

MILHO PARA SILAGEM TECNOLOGIAS, SISTEMAS E CUSTO DE PRODUÇÃO

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - MARA
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS
Sete lagoas, MG**

CIRCULAR TÉCNICA Nº 14

ISSN 0100 - 8013
Setembro, 1991

MILHO PARA SILAGEM
TECNOLOGIAS, SISTEMAS E CUSTO DE PRODUÇÃO



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - MARA
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS
Sete Lagoas, MG.

Copyright © EMBRAPA - 1991

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS

Km 65 da Rod. 424 - Belo Horizonte/Sete Lagoas

Telefones (031) 921-5644; 5466; 5673 Telex: (31)2099

Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG

Tiragem: 5.000 exemplares

Editor: Comitê de Publicações

Edilson Paiva (Presidente), Paulo César Magalhães (Secretário), Antônio Carlos Oliveira, Antônio A. Corcete Purcino, José de Anchieta Monteiro, José Hamilton Ramalho, Ricardo Magnavaca

Coordenação Editorial: Arnaldo Ferreira da Silva

Revisão: Dilermando Lúcio de Oliveira

Composição e Diagramação: Soraya Martins da Costa Santana e Tânia Mara Assunção Barbosa

Normalização bibliográfica: Maria Tereza Rocha Ferreira

Fotolitos: Olímpio Pereira de O. Filho

Impressão: José Ferreira da Silva Filho

E 55m 1991	EMBRAPA.Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sor- go (Sete Lagoas, MG). Milho para silagem ; tecnolo- gias, sistemas e custo de produção. Sete Lagoas: 1991. 85p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 14).
	1. Silagem - Milho. I. Título II. Série
	CDD. 636.08552

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	5
MANEJO CULTURAL DO MILHO FORRAGEIRO.....	9
NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DO MILHO FORRAGEIRO	29
PRAGAS DA CULTURA DO MILHO FORRAGEIRO	45
SISTEMAS E CUSTO DE PRODUÇÃO DE SILAGEM DE MILHO	51
ASPECTOS IMPORTANTES PARA MELHOR QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO E MAIOR EFICIÊNCIA NA SUA UTI- LIZAÇÃO.....	59
SISTEMAS DE ENSILAGEM.....	69
ANÁLISE ECONÔMICA DA ENSILAGEM DE MILHO.....	75

INTRODUÇÃO

José de Oliveira Valente¹

No Brasil Central, as plantas forrageiras, em qualquer sistema de pastejo, apresentam maior produção de matéria seca (75 a 85% do total) na época das águas, período quente e chuvoso, ocasionando com isto disponibilidade inconstante de forragem durante o ano. Esse fato torna imperiosa a necessidade de suplementação de pastagem no inverno, período de estiagem, principalmente quando se busca produção racional e intensiva de leite e/ou de carne, sendo fundamental a utilização de volumoso de alta qualidade para atender condições mais tecnificadas. Por isso, o uso do milho como planta forrageira para a produção de silagem tem, ultimamente, despertado grande interesse entre os pecuaristas, não só pela possibilidade de se obter volumoso de alta qualidade, silagem padrão, bem como pela facilidade de cultivo e mecanização, bom rendimento forrageiro, razoável número de cultivares disponíveis no mercado e ótima aceitação animal, entre outras.

A produção de uma boa silagem de milho passa obrigatoriamente pela correta condução da cultura. Nessa fase, que vai da escolha da área para o plantio do milho até a época de colheita para a ensilagem, todas as atividades são importantes. Contudo, correção de solo, adubação e densidade de plantio precisam merecer atenção especial, o que, em condições de fazenda, nem sempre tem acontecido.

Levantamento realizado pela Emater-MG na bacia leiteira de Belo Horizonte, ano agrícola 88/89, mostrou que poucas áreas (12,5%) destinadas à cultura do milho para silagem receberam calcário (média de 1,8t/ha) com finalidade de correção de solo. Evidenciou também que a maioria (87,5%) dos produtores fizeram adubação de plantio, embora a quantidade usada (média de 235 kg/ha da fórmula 4-14-8), mesmo desconhecendo o nível de fertilidade dos solos, ficasse abaixo do mínimo recomendado. Quanto à adubação nitrogenada em cobertura, poucos produtores (21,9%) utilizaram essa prática (média de 24,4 kg de nitrogênio/ha).

¹Eng. Agr., M.Sc., EMATER - MG, Caixa Postal 288 - CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

As correções realizadas, quase sempre de forma indiscriminada, sem análise de solo, e as adubações aplicadas em quantidade normalmente abaixo do mínimo necessário têm prejudicado bastante a produtividade de massa verde de milho nessa região. É importante considerar ainda que, na colheita do milho para silagem, ocorre retirada de toda a planta, extraindo maior quantidade de nutrientes, havendo, portanto, necessidade de se fazerem adubações mais pesadas, por ocasião do plantio.

Esse mesmo estudo constatou que, por ocasião do corte para silagem, 59,4% das culturas de milho apresentaram densidade inferior a 50 mil plantas/ha, abaixo, portanto, do normalmente recomendado (55 a 65 mil plantas/ha). Verificou-se ainda que mais da metade (56,3%) das culturas de milho para silagem apresentaram produção inferior a 30t/ha (média de 22t/ha), quando se sabe que, economicamente, o objetivo deve ser conseguir produção de massa verde superior a 30t/ha.

A fase agrônômica, quando bem conduzida, certamente proporcionará massa verde de boa qualidade e em quantidade capaz de tornar satisfatória a relação custo/benefício para essa prática.

No caso específico do milho, a qualidade da massa verde original guarda relação com a maior ou menor participação da espiga na biomassa a ser ensilada. Neste sentido, sem perder de vista a produtividade, é quase certo que as cultivares de milho recomendadas para silagem serão, certamente, aquelas que apresentam maior produção de grãos, ocasionando alguma discussão sobre o denominado "milho forrageiro".

A fase da ensilagem tem como objetivo armazenar a forragem, preservando ao máximo os nutrientes nela contidos. Nessa fase, 6 itens merecem especial atenção: época adequada para o corte, tamanho da partícula, compactação, tempo de ensilagem, vedação e proteção do silo. Sempre haverá alguma perda de matéria seca, cuja variação depende dos cuidados dispensados durante o processo de ensilagem. Para conseguir silagem de milho de alta qualidade, todas as etapas do processo de ensilagem são importantes. Contudo, o ponto ótimo para corte merece todo o cuidado. O milho é uma planta muito bem adequada ao preparo de silagem, apresentando no ponto de corte, estágio de maturação fisiológica, todas as condições qualitativas e quantitativas para a produção de silagem: teor de 30 a 35% de matéria seca, máxima produção de forragem com alta participação de espiga, facilidade para picar e compactar, obtendo, em consequência, uma fermentação desejável. Tudo isto leva à produção de silagem de alta qualidade e com bom consumo pelo animal. Os pecuaristas, tanto os produtores de leite como os de carne, de modo quase unânime reconhecem as vantagens da silagem de milho na dieta para bovinos. No

entanto, seu uso não é grande e apresenta adoção lenta, possivelmente devido ao alto custo de produção.

De modo geral, a variação do custo de produção de silagem de milho está relacionada com a produtividade de massa verde na fase agrônômica e com a ineficiência das operações na fase de ensilagem.

Para conseguir silagem de milho com custo de produção em valores economicamente razoáveis, o pecuarista precisa atentar para dois pontos básicos: conduzir a cultura de milho visando produtividade de massa verde superior a 30t/ha e planejar e executar bem a fase de ensilagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOODRICH, R.D.; MEISKE, J.C. High - energy silagem. In: FORAGES. Ames, Iowa: Iowa State University, 1975. p. 569-80.

PEDREIRA, J.V.S. Produção de forragem. In: ENCONTRO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGENS, 1, Nova Odessa, SP, 1974. *Anais*, São Paulo: Nestlé, 1977. p.13-40.

PIZARRO, E.A. Silagem de milho na produção de leite. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.6, n.72, p.77-80, 1980.

PIZARRO, E.A; ANDRADE, N.S. Momento de colheita em uma cultura de milho para silagem. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.4, n.47, p.9-11, 1978.

SOUZA, S.N. Milho para silagem - Considerações agrônômicas, *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.2, n.2, p.11-14, 1989.

VALENTE, J.O. **Produtividade de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (1) Moench) e valor nutritivo de suas silagens.** Viçosa: UFV, 1977. 76p. Tese Mestrado.

VILELA, D. Silagem. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.9, n.108, p.17-27, 1983.

MANEJO CULTURAL DO MILHO FORRAGEIRO

Arnaldo Ferreira da Silva¹

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Embora o milho seja a principal cultura utilizada como forragem no Brasil, sua produtividade não tem atingido índices desejáveis, em nível de fazenda, devido à não observância de um sistema de produção adequado.

A ensilagem constitui uma boa alternativa para a suplementação de bovinos no inverno, por estocar a forragem produzida na estação chuvosa e contribuir para reduzir o custo de alimentação concentrada no período da seca.

Uma vez definido o milho como a cultura a ser ensilada, recomenda-se a utilização de um sistema de produção visando estabelecer condições para a obtenção de máxima produtividade de massa, boa relação de produção entre massa e grão e, conseqüentemente, uma silagem de bom valor nutritivo.

MANEJO E PREPARO DO SOLO

O manejo e o preparo do solo constituem um conjunto de práticas ou operações que visam deixar um terreno em condições para a implantação, germinação e desenvolvimento de uma lavoura, incluindo-se a eliminação de plantas prejudiciais e a manutenção das propriedades físicas e químicas do solo, além de perfeito controle da erosão, de modo a se permitir a obtenção de altas produtividades.

Normalmente, em um solo já cultivado, efetua-se uma aração e, dependendo da situação, uma ou duas gradagens. Trabalho da Universidade Federal de Viçosa, citado por Pacheco (1983), indica que uma aração de incorporação de restos culturais, logo após a colheita do milho para grão, proporciona maior rendimento no ano seguinte do que a aração com a mesma finalidade na época do plantio.

¹Eng. - Agr., M. Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo(CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

A gradagem constitui uma operação complementar do preparo do solo e tem por objetivo destorroar, acertar a superfície, eliminar plantas daninhas e incorporar restos orgânicos, corretivos e adubos ao solo.

No milho para forragem, a operação de preparo do solo segue os mesmos preceitos, devendo-se considerar, entretanto, a inexistência de palhada a ser incorporada, restando, após o corte, somente tocos e raízes, que poderão ser incorporadas ao solo através de uma aração, logo após o corte do milho para ensilagem.

Dependendo do planejamento da propriedade, em meados de fevereiro, após o corte do milho para silagem, somente com uma gradagem a área poderá ser reutilizada, com o plantio de uma leguminosa, como feijão, por exemplo, e novamente voltar a ser ocupada com milho para forragem, a partir de outubro/novembro. Esse sistema de manejo, além de possibilitar a utilização da área com duas culturas em um mesmo ano agrícola, oferece a opção desejável de um sistema de rotação de culturas, gramínea/leguminosa.

ÉPOCA DE PLANTIO

A época de plantio do milho abrange um amplo período, sendo basicamente limitada pelas condições climáticas de cada região.

O milho necessita de umidade durante todo o ciclo, principalmente na germinação, floração ou pendoamento e enchimento de grãos. Desse modo, o plantio de milho, sob condições de sequeiro, deve ser programado para o início do período chuvoso, que é variável nas diferentes regiões brasileiras.

Viana et al. (1981) descrevem que, de modo geral, a época favorável ao plantio de milho no Brasil obedece a um calendário, que pode ser assim resumido: regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte, plantios a partir de outubro. Região Nordeste e sub-regiões do Norte, plantios a partir de março.

Sob condições de agricultura irrigada, o milho pode ser cultivado em qualquer época do ano, no Brasil, tendo como limitação somente as baixas temperaturas de inverno, inclusive geadas nas regiões Sul e Sudeste. Deve-se salientar, ainda, que baixas temperaturas são mais prejudiciais à cultura nos estádios de florescimento e enchimento de grãos e podem provocar um alongamento do ciclo da cultura.

No milho para produção de forragem deve-se considerar, além da umidade, limitante ao estabelecimento e produtividade da lavoura, também a época do corte, que preferencialmente deve ocorrer em épocas com baixa frequência de chuvas. As operações de ensilagem (corte, transporte, enchimento e com-

pactação) são facilitadas em períodos sem chuva.

O volume de silagem a ser produzido pode determinar a necessidade ou não de um escalonamento de épocas de plantio, tendo em vista a disponibilidade de mão-de-obra, a distância entre a lavoura e a localização dos silos, o rendimento dos equipamentos e principalmente a época ideal de corte.

PROFUNDIDADE DE PLANTIO

Para germinar, a semente depende de três fatores importantes: umidade, aeração e temperatura. Na determinação da profundidade de semeadura, o fundamental é possibilitar o contato da semente com a umidade, que pode variar com o tipo de solo. Em solos leves, o sulco de plantio do milho pode ser mais profundo, enquanto em solos pesados deve ser mais superficial.

Na regulação da profundidade de semeadura do milho, deve-se considerar que a cultura se ajusta naturalmente ao nível de desenvolvimento de seu sistema radicular definitivo. É importante salientar que as primeiras raízes que saem das sementes do milho são temporárias e que as raízes permanentes saem do colmo, abaixo da superfície do solo, estabelecendo-se a uma profundidade constante, independentemente da profundidade de colocação da semente no solo. Pelo exposto, não se justifica a preocupação de alguns produtores em semear mais profundamente o milho, na expectativa de melhor fixação das plantas no solo e, com isso, evitar o tombamento.

DENSIDADE DE PLANTIO

Densidade ótima de plantio é o número de plantas capaz de explorar de maneira mais eficiente e completa uma determinada área de solo. Desse modo, a densidade de uma lavoura de milho é função de vários fatores, mas principalmente das condições de solo, clima, cultivar, tipo de exploração, tratamentos culturais etc.

O rendimento de grãos ou de massa aumenta com o aumento da densidade de semeadura até um nível ótimo, que é limitado pelo genótipo da planta e pelas condições ambientais. Uma vez alcançado o nível ótimo, qualquer aumento do número de plantas por unidade de área representará decréscimo progressivo no rendimento de grãos ou de massa verde. A Figura 1 ilustra bem o conceito de densidade ótima.

Conforme descrito pelo Manual Técnico CNPMS/EMBRAPA 1983, a densidade ótima é extremamente variável e obedece a três conceitos fundamentais:

- 1) Há diferença de densidade ótima entre as cultivares e elas são tanto maiores quanto maiores os níveis de produtividade alcançados;
- 2) Uma lavoura sob déficit de umidade tem densidade ótima menor que outra sob condições normais de suprimento d'água;
- 3) Uma lavoura em solos de baixa fertilidade tem densidade menor em relação a outra em solos férteis.

Diversos trabalhos de pesquisa indicam que a maior produtividade de grãos tem sido obtida com populações entre 40 e 60 mil plantas/ha.

No milho para forragem, entretanto, há necessidade de maior volume de massa com boa participação de grãos, para conferir melhor qualidade à silagem. Desse modo, têm sido recomendadas populações em torno de 60.000 plantas/ha, para possibilitar um equilíbrio de produtividade entre massa e grão, além de se obter menor percentagem de plantas acamadas, conforme pode ser observado na Tabela 1.

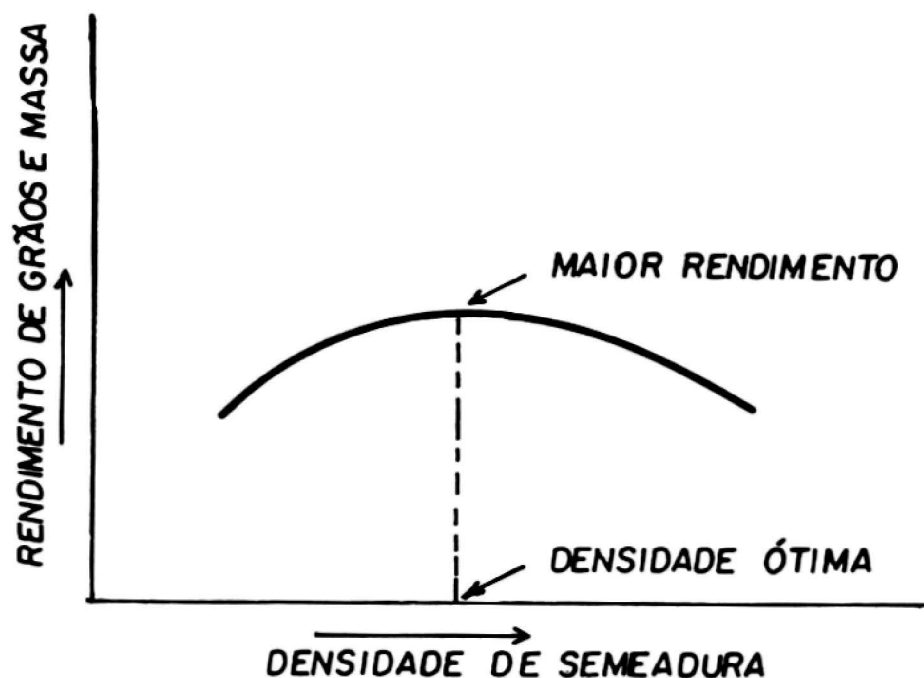


FIGURA 1. Relação de rendimento entre grão e massa/densidade de semeadura de milho.

TABELA 1. Efeito médio da densidade de plantio sobre algumas características agrônômicas de 6 cultivares de milho. EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas. MG. 1983¹.

Características	Densidade de Plantas/ha			
	30.000	50.000	70.000	90.000
Produtividade média (kg/ha)	5.590	7.020	7.250	6.700
Peso médio de grãos/espiga(g)	177	157	123	93
Índice de espiga	1,12	0,95	0,89	0,79
Plantas acamadas (%)	14	24	30	33

¹ Fonte: EMBRAPA/CNPMS (1983).

Regulagem da Plantadeira

Para regular a distribuição de sementes de milho na linha, há que se considerar a população de plantas na colheita e o espaçamento entre linhas a ser utilizado.

Para se obterem 60.000 plantas/ha na colheita, sob um espaçamento de 1,00 m entre linhas, são necessárias 6 plantas/m por ocasião do corte para ensilagem. Entretanto, é necessário um pequeno acréscimo do número de sementes/m, visando prevenir fatores incontrolláveis e, por isso mesmo, responsáveis por redução de "stand". Desse modo, recomenda-se regular a plantadeira para distribuir 7 a 8 sementes/m.

Consumo de Sementes

O consumo de sementes de milho depende da população de plantas desejada na colheita e principalmente do tamanho ou da peneira da semente a ser utilizada na semeadura, conforme ilustra a Tabela 2.

TABELA 2. Consumo aproximado de sementes (kg/ha) para cultivar 1 ha de milho, no espaçamento de 1,00 m entre linhas, sob diferentes peneiras e densidades de plantio. EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas, MG 1983¹.

Peneira	Sementes/m linear			
	4	5	6	7
17	11	13	16	19
19	13	16	19	20
20	10	13	15	17
22	12	15	18	21
24	15	19	23	26

¹ Fonte: EMBRAPA/CNPMS (1983).

ESPAÇAMENTO ENTRE FILEIRAS

Tradicionalmente, recomendava-se para o milho espaçamento de 1,00m entre fileiras; entretanto, nos últimos anos se observa uma tendência de redução para até 0,75m. O número de plantas por metro linear depende do espaçamento adotado entre fileiras, ou seja, quanto menor o espaçamento entre fileiras, maior o espaçamento entre plantas. Populações de porte baixo suportam menores espaçamentos, conforme foi observado por Correa & Silva (1986). Nesse trabalho, os autores constataram que a cultivar CMS-19, com espaçamento de 0,75m, apresentou maior peso de matéria seca que as cultivares de porte alto, no espaçamento de 1,00m (Tabela 3).

Portanto, o milho para forragem deve ter espaçamento entre 0,75 e 1,00m, com distribuição de um número tal de sementes de modo a se obter uma população de 60.000 plantas/ha, na ocasião do corte para ensilagem.

CULTIVARES DE MILHO

No mercado brasileiro, é grande a disponibilidade de cultivares de milho, com diferentes atributos quanto à produtividade de matéria seca e de grãos. Tem-se observado, entretanto, em nível de fazenda, que nem sempre as cultivares de milho empregadas como forrageiras são as mais indicadas e, quando o são, estão sob condições inadequadas de manejo, resultando em baixo rendimento de matéria seca.

TABELA 3. Rendimento médio (3 anos) de matéria seca e altura média de cultivares de milho plantado em diferentes espaçamentos. EMBRAPA/CNPMS. 1986. Sete Lagoas, MG. 1990¹.

Cultivar	Espaçamento (m)	Altura da planta (m)	Peso de MS (t/ha)
BR 126	1,00	2,80	9,28
Cargill III-S	1,00	2,65	8,00
CMS 19	1,00	2,00	7,84
CMS 19	0,75	2,00	10,14

¹Fonte: Correa & Silva (1986).

Na escolha de uma cultivar de milho para silagem, deve-se considerar, além da produção de massa, também sua capacidade produtiva de grãos, visando garantir maior valor nutritivo da silagem. Além disso, devem ser evitados quaisquer fatores responsáveis por quedas no rendimento e qualidade da lavoura, como, por exemplo, o hábito mais ou menos comum entre alguns pecuaristas de substituir lavouras anteriormente destinadas a ensilagem por outras em piores condições de manejo cultural.

Para silagem têm sido recomendados híbridos ou variedades de milho tardio, florescimento masculino entre 75 e 85 dias da germinação, de porte alto, 2,80 a 3,50m, portanto, com época previsível de corte em torno de 120 dias. Esse tipo de material tem apresentado bom desempenho, conforme demonstram resultados obtidos pela EMBRAPA/CNPMS, onde, na média de três anos, a produtividade de matéria seca de 23 cultivares tardias variou de 9,88 a 12,82 t/ha (Tabela 4).

As cultivares de milho precoce, caracterizadas por altura de plantas entre 2,00 e 2,80 m e florescimento masculino entre 60 e 70 dias após a germinação, também podem ser utilizadas para silagem, principalmente por apresentarem maior percentagem de matéria seca da espiga (Tabela 4), além de menor percentagem de plantas acamadas. Elas seriam recomendadas para a alimentação de gado mais especializado ou mesmo para regiões sujeitas a ventos fortes, portanto, mais susceptíveis ao tombamento e/ou quebramento de plantas.

De modo geral, as cultivares de milho para silagem devem estar adaptadas à região de cultivo, objetivando bom desempenho na produção de matéria seca e com boa participação de grãos, resultando em alta produtividade de silagem de boa qualidade.

TABELA 4. Produção de matéria seca (média de 3 anos), em t/ha e %, de cultivares de milho de porte normal (N) e precoce (P), colhido no estágio de grão pastoso a farináceo. EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas, MG. 1990 (Dados não publicados).

Cultivares	Porte	Produção de MS (t/ha)		Percentagem de MS da espiga
		Total	Espiga	
Phoenix 2120	N	12,82	4,95	38,61
Maya XVIII	N	11,62	4,82	41,48
Ag 302-B	P	11,62	5,13	44,14
Phoenix B	N	11,49	4,73	41,16
Ag 301	P	11,40	5,11	44,82
Reis de Ouro 15	N	11,40	4,33	37,98
Ag 8413	N	11,26	5,52	49,02
Cargill 484	P	11,25	5,13	45,60
CMS-39	N	11,19	5,37	47,99
Composto Jafba	N	11,14	5,12	45,96
Unicamp 1628	N	11,13	3,49	31,36
BR 126	N	11,01	4,81	43,69
Cargill 203	N	10,94	4,76	43,51
Agromen 1015	N	10,80	4,91	45,46
Pioneer 3218	P	10,78	5,80	53,80
Cargill 115	N	10,59	4,74	44,76
Ag. 162	N	10,36	4,66	44,98
Cargill 317	N	10,35	4,61	44,54
Pioneer 3216	N	10,27	5,16	50,24
Germinal 493	N	10,22	4,35	42,56
Germinal 491	N	10,20	4,13	40,49
Dina 42	N	10,20	5,08	49,80
Cargill 111-S	N	10,20	4,31	42,25
Dina 10	N	10,08	4,44	44,04
BR 126-br	N	9,98	4,41	44,18
Pioneer 6836	N	9,88	5,12	51,82
BR 302	P	9,84	5,10	51,83
BR 300	P	9,75	4,19	42,97
IAC. Hmd 7974	N	9,72	3,90	40,12
BR 301	P	9,37	5,07	54,11

N = porte normal ou ciclo tardio

P = porte baixo ou ciclo precoce

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

A ocorrência de invasoras é comum em qualquer cultura e, segundo Silva et al. (1983), a competição de plantas daninhas, nas três primeiras semanas, pode causar reduções de até 25% na produtividade de grãos de milho. A concorrência do mato certamente afetará o desenvolvimento natural das plantas, reduzindo também a produção de massa.

De acordo com a infra-estrutura e disponibilidade de mão-de-obra da propriedade, pode-se dispor dos seguintes sistemas de controle de plantas daninhas no milho forrageiro:

a) Controle manual: compreende 2 a 3 capinas com enxada até os primeiros 40-50 dias da germinação;

b) Controle mecânico: também compreende 2 a 3 cultivos nas entrelinhas do milho, utilizando-se cultivadores tracionados por animal ou trator. Recomenda-se, além disso, um repasse com enxada entre as plantas na linha;

c) Controle químico: efetivado através de herbicidas, onde o procedimento mais comum consiste na pulverização do produto em pré-emergência, logo após o plantio do milho. Em casos especiais, como atraso no plantio ou mesmo dificuldades de controle imediatamente após a semeadura do milho, devem-se aplicar herbicidas pós-emergentes. A Tabela 5 apresenta recomendações, princípio ativo, dose e métodos de aplicação de herbicidas, indicados por Silva & Pires (1990).

TABELA 5. Herbicidas, percentagem do princípio ativo (p.a.), dose e métodos de aplicação indicados para a cultura do milho. Sete Lagoas. MG. 1990¹.

Herbicidas		% do p.a.	Dose /ha (pc)	Método de Aplicação	Observações
Nome comum	Produto comercial				
(EPTC + R-25788) + Atrazine	Eradicane Gesaprim 500 Atrazinax 500 Herbitrin 500B Siptran 500 SC	80 + 6,7 50	6,0 a 8,0 2,0 a 3,0	PPI	. Aplicar em solo seco; . Incorporar imediatamente após a aplicação, com grade disco ou implemento similar, a 5-7 cm de profundidade; . controle de altas infestações de <i>Brachiaria plantaginea</i> (capim-marmelada); . controle de tiririca, grama-seda e sorgo-de-alepo; . acrescentar Atrazine para o controle de folhas largas.
Butylate + Atrazine	Sutazin SC	57,6 + 14,4	7,0 a 8,0	PPI	. Aplicar em solo seco; . incorporar imediatamente após a aplicação, com grade de disco ou implemento similar, a 5-7 cm de profundidade; . controle de gramíneas e folhas largas.
2,4-D amina	Fórmula 480 BR DMA 806 BR Herbi C 480 U-46 D-Fluid 2,4-D	48 67 40 72	4,0 a 5,0 2,5 a 3,5 4,0 a 5,0 2,5 a 3,5	PRE	. Indicado para áreas com alta infestação de corda-de-violão, fedegoso, guanxuma e amendoim-bravo. Controle de tiririca.

¹Fonte: Silva & Pires (1990)

TABELA 5. Continuação

Herbicidas		% do p.a.	Dose /ha (pc)	Método de Aplicação	Observações
Nome comum	Produto comercial				
Metolachlor	Dual 720 EC	72	2,5 a 4,0	PRE	. Boa opção para o controle de gramíneas, tais como capim-marmelada, capim-colchão, capim-colonião, capim-massambará etc. Deficiente no controle de folhas largas. Controle de trapoeraba.
Alachlor	Alachlor Nortox Laço	48	5,0 a 7,0	PRE	. Controle de gramíneas anuais e trapoeraba . aplicar em solo bem destorroadado e úmido. Não aplicar em solo seco.
Pendimethalin	Herbadox 500 CE	50	2,5 a 3,5	PRE	. Recomendado para áreas infestadas com gramíneas anuais - pouca infestação de folhas largas; . aplicar em solo úmido ou irrigar após.
(Atrazine + Metolachlor)	Primestra SC	20 + 30	6,0 a 8,0	PRE	. Para uso em áreas com incidência de folhas largas, capins anuais e trapoeraba. Não aplicar depois da emergência do milho

TABELA 5. Continuação

Herbicidas		% do p.a.	Dose /ha (pc)	Método de Aplicação	Observações
Nome comum	Produto comercial				
(Atrazine + Alachlor)	Boxer Agimix	(18 + 30) (26 + 26)	7,0 a 9,0 6,0 a 7,0	PRE	. Para uso em áreas com incidência de folhas largas, capins anuais e trapo-craba. A formulação com mais Atrazine favorece o controle de folhas largas; . aplicação em solo úmido.
(Atrazine + Simazine)	Primatop SC Herbimix FW Triamex 500 SC Extrazin SC	25 + 25	4,0 a 6,0	PRE	. Para uso em áreas infestadas com folhas largas e gramíneas anuais. Não indicado para áreas infestadas com tiririca e gramíneas perenes. O herbicida Triamex 50 FW pode ser aplicado em pós-emergência precoce, desde que associado com óleo mineral emulsionável, concentrado.
Atrazine	Gesaprim 500 CG Atrazinax 500 Herbitrin 500 BR Siptran 500 SC	50	4,0 a 6,0	PRE	. Aplicação em solo úmido e isento de plantas daninhas; . indicado para áreas com alta infestação de corda-de-violão, amendoim-bravo e guanxuma.

TABELA 5. Continuação

Herbicidas		% do p.a.	Dose /ha (pc)	Método de Aplicação	Observações
Nome comum	Produto comercial				
Atrazine + óleo	Primóleo Posmil*	40 + 30	5,0 a 7,0	Pós-precoce	<ul style="list-style-type: none"> . Controle em pós-emergência de capim-marmelada até o 1º perfilho; . controle de folhas largas problemáticas; . podem ser usadas misturas de tanque de Atrazine com um óleo mineral tipo ASSIST.
Cyanazine	Bladex 500	50	3,0 a 5,0	PRE e Pós-precoce	<ul style="list-style-type: none"> . Aplicação em solo úmido e preferencialmente em pré-emergência. Não recomendado para solos arenosos. Não indicado para áreas infestadas com capim-marmelada, capim-carrapicho e corda-de-viola.
(Cyanazine + Simazine)	Blazina SC	25 + 25	5,0 a 8,0	PRE e Pós-precoce	<ul style="list-style-type: none"> . Aplicação em solo úmido. Controle de folhas largas e gramíneas anuais. Não indicado para áreas infestadas com capim-carrapicho e corda-de-viola.

* Em fase de registro.

TABELA 5. Continuação

Herbicidas		% do p.a.	Dose /ha (pc)	Método de Aplicação	Observações
Nome comum	Produto comercial				
Pendimethalin	Herbadox 500 CE	50	1,5 a 2,5	PRE	Mistura de tanque, aplicação preferencialmente em pré-emergência. Controle de gramíneas anuais e folhas largas. Aplicar em solo úmido para ativação de Pendimethalin. Aplicação pós-emergente precoce (plantas daninhas com duas folhas no máximo).
+	Fórmula 480 BR	48	0,75 a 2,0		
	DMA 806 BR	67	0,5 a 1,5	e	
2,4-D amina	U-46D-Fluid				
	2,5-D	72	0,5 a 1,5		
	Herbi D 480	40	0,75 a 2,0	Pós-precoce	
Bentazon	Banir				Controle de corda-de-violão e guaxuma; adicionar óleo mineral tipo ASSIST; pode ser misturado com Atrazine ou 2,4-D + MCPA.
	Basagran	48	1,2 a 2,0	Pós-precoce	
2,4-D amina	Fórmula 480 BR	48	0,75 a 2,0	Pós-emergência dirigida	Aplicação nas entrelinhas, sem acertar as folhas do milho. Altura mínima do milho 40 cm. Controle de corda-de-violão, guaxuma e fedegoso.
	DMA 806 BR	67	0,5 a 1,5		
	Herbi D 480	40	0,75 a 2,0		
	U-46 D-Fluid				
	2,4-D	72	0,5 a 1,5		
(2,4-D amina + MCPA)	Bi-Hedonal BR	27,5 + 27,5	1,0 a 2,0	Pós-emergência dirigida	Aplicação nas entrelinhas, após o milho atingir 25 cm pelo menos, sem atingir as folhas baixas; controle de folhas largas.
	U-46 Combi Fluid 550	27,5 + 27,5			

TABELA 5. Continuação

Herbicidas		% do p.a.	Dose /ha (pc)	Método de Aplicação	Observações
Nome comum	Produto comercial				
Ametryne	Gesapax 500 Herbipak 500 BR Metrimex 500 SC	50	2,5 a 4,0	Pós-emergên- cia dirigida	Aplicação nas entre- linhas após o está- dio de 50 cm de al- tura. Controle de capim-marmelada e corda-de-viola (a- té 10-15 cm); . Acrescentar adjuvan- te no tanque de pul- verização.
(Diuron + MSMA)	Fortex FW	14 + 36	8,0	Pós-emergên- cia dirigida	Aplicação em solo úmido, aplicação nas entrelinhas no estádio de 30 a 50 cm. Controle de fo- lhas largas e gramí- neas. Não indicado para áreas infesta- das com fedegoso e gramíneas pere- nes.
Paraquat	Gramoxone 200 Disseka 200 Paraxon Paraquat Herbité- nica	20	1,5 a 3,0	Pós-emergên- cia dirigida	Controle nas entreli- nhas de gramíneas e folhas largas anuais; . Aplicar com o milho na altura mínima de 40 cm; . Acrescentar espa- lhante adesivo AGRAL S ou simi- lar.

SISTEMA DE PLANTIO CONSORCIADO PARA FORRAGEM

Nos últimos anos tem aumentado o interesse de alguns pecuaristas pela consorciação milho e soja para silagem, tendo em vista que ambas as culturas são utilizadas na alimentação animal, numa interação complementar como forrageiras.

Objetivando a obtenção de suporte técnico desse sistema de cultivo, algumas pesquisas já foram realizadas. Evangelista (1980) constatou maior produtividade de massa verde e percentagem de proteína de populações de milho consorciado com cultivares de soja em relação ao monocultivo das duas culturas.

Trabalho do CNPMS/EMBRAPA (1990) testou, além da viabilidade do sistema, também a adaptabilidade de cultivares tardias e precoces de milho e soja, bem como a população de soja mais recomendável ao sistema consorciado. Ficou constatado que a soja, mesmo precoce, ainda iniciava a formação de grão na época do corte do milho e, por isso, provavelmente pouco acrescentaria em termos de qualidade da silagem. Quanto à população de plantas, não se verificou nenhum efeito, porém observações práticas indicam, para sistema consorciado, populações máximas de 40.000 plantas/ha de milho e 120.000 plantas/ha de soja.

Em 1986, Oliveira, trabalhando com as cultivares de milho de ciclo normal BR 126, CMS 19 e AG 401 e as cultivares de soja Bossier e Paraná, de ciclo precoce, IAC 8 e Sucupira, de ciclo médio, além de Doko e Cristalina, de ciclo longo, verificou maior produtividade de matéria seca das culturas consorciadas, no percentual de 5,43% em relação ao monocultivo de milho e 123,66% em relação ao monocultivo de soja.

Apesar do maior volume de produção de matéria seca no sistema consorciado de plantio, as culturas de milho e soja, individualmente, sofrem reduções de produtividade em relação ao monocultivo de ambas (Tabela 6). Essa menor produtividade no sistema consorciado é devido à competição por água, luz e nutrientes de uma cultura com a outra. Na implantação de um sistema consorciado, alguns aspectos devem ser considerados:

a) As duas culturas devem ser semeadas na mesma linha para facilitar o plantio e o corte na época da ensilagem. A operação de plantio simultâneo pode ser mecanizada, com tração animal ou tratorizada, através da utilização do dispositivo (plantadeira modificada) desenvolvido pelo CNPMS/EMBRAPA (Ramalho et al. 1982) para cultivo de milho e feijão consorciados. Os autores destacam as vantagens da plantadeira modificada, principalmente pela simplicidade de construção, montagem e funcionamento, características essas que

credenciam sua utilização também no plantio de milho e soja para forragem;

b) O plantio isolado ou solteiro das culturas de milho e soja também pode ser realizado, porém dificulta e encarece as operações de corte, mistura e ensilagem propriamente dita;

c) A cultivar de soja para consórcio deve ser de ciclo precoce e perfeitamente adaptada à região, o que viabilizará a existência de grãos na soja por ocasião do corte do milho e, com isso, justificará o principal objetivo do sistema consorciado, qual seja o de obter maior teor de proteína da silagem;

TABELA 6. Produção de matéria seca (MS), em t/ha, de cultivares de milho e soja em dois sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio) em três localidades do Estado de Minas Gerais. Ano agrícola 1984/85¹

Local	Cultivares de milho	Produção MS/Sistema		Cultivares de soja	Produção de MS/Sistema	
		Monocultivo	Consórcio		Monocultivo	Consórcio
Lavras	BR 126	9,42	6,21	Paraná	1,85	1,01
	CMS-19	6,15	5,58	Bassier	4,41	2,26
	AG 401	9,31	6,80	Cristalina	2,63	2,13
	Média	8,29	6,20	IAC - 8	4,87	2,63
				Doko	3,51	2,39
				Sucupira	2,16	2,04
				Média	3,24	2,08
Ribeirão Vermelho	BR 126	13,57	12,15	Paraná	7,47	2,12
	CMS-19	11,19	9,82	Bassier	8,59	2,65
	AG 401	13,32	12,34	Cristalina	5,85	2,04
	Média	12,70	11,44	IAC - 8	7,56	2,69
				Doko	9,29	2,36
				Sucupira	7,23	2,41
				Média	7,66	2,38
Sete Lagoas	BR 126	7,80	7,33	Paraná	2,07	0,21
	CMS-19	7,62	7,82	Bassier	2,75	0,28
	AG 401	8,53	8,24	Cristalina	4,28	0,79
	Média	7,98	7,80	IAC - 8	4,29	0,71
				Doko	4,05	0,72
				Sucupira	3,89	0,86
				Média	3,56	0,60

¹Fonte: Oliveira (1986)

d) Em cultivo consorciado, a população de milho deve ser de 40 mil plantas/ha, enquanto que a população de soja, apesar de ainda pouco definida, não deve ultrapassar 120.000 plantas/ha, por ser a leguminosa mais sensível ao efeito da concorrência de outras culturas.

ÉPOCA DE CORTE

A época ideal para a colheita do milho destinado a silagem pode ser determinada pelos seguintes parâmetros: teores de matéria seca e carboidratos solúveis.

Diversos autores têm descrito que o ponto ótimo para o corte ocorre no intervalo entre 30 e 35% da matéria seca. Teores abaixo de 30% provocam perda de MS por lixiviação e, acima de 35%, perdas por apodrecimento de MS, devido à dificuldade de compactação da massa. Quanto aos carboidratos solúveis, que são responsáveis pela conservação do material ensilado, devem estar acima de 8%. Para atingir tais condições e, com isso, garantir quantidade e qualidade da silagem, o corte do milho deverá ser efetivado a partir do ponto de grão pastoso a farináceo, que geralmente ocorre em torno de 110 dias após o plantio, nas cultivares precoces, e 120 dias, nas cultivares tardias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORREA, L.A., SILVA A.F. da. Produção de forragem de milho. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1980-1984**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA/CNPMS, v.3, p.101, 1986.
- EVANGELISTA, A.R. Efeito da associação milho-soja na produção de massa verde e no valor nutritivo da silagem. VIÇOSA: UFV., 1980. 47p. Tese Mestrado.
- OLIVEIRA, A.F. de. Efeito da associação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no rendimento e valor nutritivo da forragem. Lavras: ESAL, 1986. 74p. Tese Mestrado.
- OLIVEIRA, A.F. de; RESENDE, P.M. de; RAMALHO, M.A.P.; SILVA, A.F. da. Efeito da associação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e da soja (*Glycine max* L. Merrill) no rendimento e valor nutritivo da forragem. **Ciência e Prática**, Lavras, v.12, n. 1, p 66-77, 1988.
- PACHECO, E.B. Conservação e manejo do solo. In: EMBRAPA. Centro Na-

cional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Cultura do milho. Brasília: EMBRATER, 1983. p.13-21. (EMBRATER. Articulação pesquisa-extensão, 3).

RAMALHO, M.A.P.; FINCH, E.O.; SILVA, A.F. da. Mecanização do plantio simultâneo de milho e feijão consorciados. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1982. 21p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 7).

SILVA, A.F. da. Avaliação de cultivares de milho para produção de forragem. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1985-87, Sete Lagoas, MG: EMBRAPA/CNPMS, v.4 p.92, 1991.

SILVA, A.F. da. Efeito da consorciação milho e soja na produção de silagem. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1985-87, Sete Lagoas, MG: EMBRAPA/CNPMS, v.4, p.91, 1991.

SILVA, A.F. da; CORREA, L.A. Adubação de plantio e nitrogenada de cobertura, sob diferentes populações de plantas na produção de forragem de milho. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1980-1984, Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS. v.3 p.53, 1986.

SILVA, J.B. da; CRUZ, J.C.; SILVA, A.F. da. Controle de plantas daninhas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Cultura do milho. Brasília: EMBRATER, 1983. p.129-131. (EMBRATER. Articulação pesquisa-extensão, 3).

SILVA, J.B. da; PIRES, N de M. Controle de plantas daninhas na cultura do milho. Informe Agropecuário., Belo Horizonte, v.14, n. 164, p. 17-20, 1990.

VIANA, A.C.; SILVA, A.F. da; MEDEIROS, J.B.; SILVA, J.B. da. Métodos culturais. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Recomendações técnicas para o cultivo de milho. Sete Lagoas: 1980. 82p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 4).

VIANA, A.C.; SILVA, A.F. da; MEDEIROS, J.B.; CRUZ, J.C.; CORREA, L.A. Práticas culturais. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Cultura do milho. Brasília: EMBRATER, 1983. p. 87-100. (EMBRATER. Articulação pesquisa-extensão, 3).

NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DO MILHO FORRAGEIRO

*Antônio M. Coelho¹
Gonçalo E. de França²
Antônio F. C. Bahia Filho³*

A cultura de milho para silagem requer cuidados especiais no manejo do solo, para evitar desbalanço nutricional e empobrecimento rápido do mesmo, tendo como consequência a queda de produtividade, pois a parte vegetativa também é removida junto com os grãos. A colheita de grãos remove grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e outros nutrientes, como enxofre, zinco e molibdênio. Além desses, a colheita do milho para silagem remove grande quantidade de potássio, cálcio e magnésio e menores quantidades de outros elementos (ferro, manganês, boro e cobre). Assim, problemas de fertilidade do solo se manifestam mais cedo na produção de silagem que na produção de grãos, principalmente se a primeira for obtida de uma mesma área por vários anos consecutivos.

As considerações anteriores enfatizam a importância de se ter um acompanhamento mais freqüente da fertilidade do solo, através da análise química, e de se estabelecer um programa de rotação de culturas quando se cultiva o milho para silagem.

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade total de nutrientes que essa extrai durante o seu ciclo. Essa extração total dependerá, portanto, do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e palhada. Assim, tanto na produção de grãos como de silagem, será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que ela extrai, que devem ser fornecidos pelo solo e através de adubações. Dados médios de experimentos conduzidos por Fribourg et al. (1976),

¹Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG

²Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/CNPMS.

³Eng. Agr., Dr., EMBRAPA/CNPMS.

com doses moderadas a altas de fertilizantes, dão uma idéia da extração de nutrientes pela cultura do milho colhido para silagem, em função da produção de massa seca (Tabela 7). Observa-se que a extração de N, P, K, Ca e Mg aumenta linearmente com o aumento na produção de matéria seca e que a maior exigência do milho refere-se ao nitrogênio e potássio, seguindo-se o cálcio, magnésio e fósforo.

Dentre esses nutrientes, a importância do nitrogênio e do potássio sobressai quando o sistema de produção agrícola passa de extrativo, com baixas produções por unidade de área, para uma agricultura intensiva e tecnificada, com o uso de irrigação. Em condições de baixa produtividade, em que as exigências nutricionais são menores (Tabela 7), mesmo uma modesta contribuição do nitrogênio e potássio supridos pelo solo pode ser suficiente para eliminar o efeito da adubação com esses nutrientes.

TABELA 7. Extração média de nutrientes pela cultura do milho colhido para silagem, em diferentes níveis de produtividade¹.

No. de experimentos	Produção de matéria seca (t/ha)		Extração média de nutrientes (kg/ha)				
	Classes	Média	N	P	K	Ca	Mg
5	6,0 - 8,9	7,52	111	14,8	78	19	25
5	9,0 - 10,9	9,62	160	19,1	107	26	26
4	11,0 - 12,9	11,81	173	23,4	140	37	31
8	13,0 - 14,9	13,89	182	27,3	151	37	37
6	15,0 - 15,9	15,57	202	32,4	167	46	45
3	16,0 - 18,9	17,17	246	41,2	173	53	45
3	21,0 - 28,9	24,43	361	51,4	224	73	62
Média			192	28,0	144	39	37

¹Fonte: Adaptado de Fribourg et al. (1976).

CALAGEM

A ocorrência de alumínio em níveis tóxicos para a maioria das culturas é expressiva nos solos brasileiros. Segundo Silva (1976), o alumínio tóxico, medido pelo seu simples teor no solo ou pelo seu valor relativo, como a saturação com Al, ocorre, provavelmente, em mais de 50% da área do País. Da mesma maneira, a toxicidade de manganês, com frequência associada à de Al, pode também ocorrer nos solos ácidos.

Para que haja aumento de produtividade da cultura de milho, é necessária a correção da acidez nociva do solo através da calagem, para elevar o pH

do solo a um valor onde as toxicidades de Al e Mn sejam eliminadas, fazer o suprimento de Ca e Mg como nutrientes e, indiretamente, promover o melhor aproveitamento dos fertilizantes pela cultura e a melhoria da atividade microbiana e das condições físicas do solo.

MÉTODOS DE RECOMENDAÇÃO

Não existe um método específico de recomendação de calagem para a cultura do milho. Em Minas Gerais, é sugerida a aplicação do calcário na quantidade indicada pelo critério do Al e Ca + MG trocáveis ou pelo critério da saturação de bases (Comissão 1989).

Alumínio e Cálcio + Magnésio Trocáveis

A necessidade de calagem (NC), para se corrigir a camada de 0-20cm, é calculada com base na seguinte fórmula:

$$NC = Y \times Al + [X - (Ca + MG)] = t \text{ calcário/ha (PRNT = 100\%)}$$

O valor de Y é variável em função da textura do solo.

Y = valor 1 - para solos arenosos (< 15% de argila)
valor 2 - para solos de textura média (15 a 35% de argila)
valor 3 - para solos argilosos (> 35% de argila)

O valor de X para a cultura do milho é 2,0.

Saturação de Bases

Neste método, a necessidade de calagem (NC) é calculada com a finalidade de elevar a porcentagem de saturação de base (V%) da capacidade de troca de cátions a pH 7,0 a um valor desejado, de acordo com a cultura. A seguinte fórmula é usada:

$$NC = \frac{T(V_2 - V_1)}{100} \times \frac{100}{PRNT}$$

Sendo:

NC = Necessidade de calcário (t/ha), para uma camada de incorporação de 0-20cm;

T = Capacidade de troca de cátions, obtida a pH 7,0;

V_2 = Porcentagem de saturação de bases desejada. Para a cultura do milho, busca-se elevá-la a 50-60 %.

V_1 = Porcentagem de saturação de bases do solo.

Em relação aos solos orgânicos, devido ao elevado teor de matéria orgânica, são necessárias maiores quantidades de calcário para neutralizar a acidez do solo. Entretanto, existem trabalhos como o de Quaggio et al. (1985), mostrando que as recomendações de calagem para esses solos podem ser menores que aquelas preconizadas para solos minerais. Isso é atribuído ao fato de a matéria orgânica, pela sua capacidade de complexação, poder amenizar os efeitos tóxicos do alumínio, manganês e ferro. Quaggio et al. (1985) sugerem ainda que os níveis de saturação de bases para a cultura do milho, em solos orgânicos, podem ser da ordem de 40 a 50%.

ESCOLHA DO CALCÁRIO

Na tomada de decisão sob os aspectos técnicos e econômicos, em relação à escolha do(s) corretivo(s) a ser(em) usado(s) na calagem, devem-se considerar: a) análise química do calcário; b) o Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT); c) o preço por tonelada efetiva.

Para se obter o preço por tonelada efetiva, que nada mais é do que o preço do corretivo levando-se em conta o Poder de Neutralização (PN), que avalia a característica química do produto, e a Reatividade (RE), que pondera a característica física do produto, os quais determinam o Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT), e o preço posto na propriedade, basta fazer o seguinte cálculo:

$$\text{Preço por tonelada efetiva} = \frac{\text{Preço na propriedade} \times 100}{\text{PRNT}}$$

APLICAÇÃO DO CALCÁRIO

De modo geral, as recomendações de calagem indicam que a incorporação seja feita na profundidade de 20 cm apenas. É mais aconselhável, entretanto, incorporar o calcário numa profundidade maior, corrigindo-se a acidez numa camada de 30 cm, pelo menos, favorecendo às raízes a exploração de um maior volume de solo, aproveitando melhor a água e os nutrientes.

Para que a calagem produza os resultados esperados, é necessário que o corretivo seja bem misturado com a terra, ficando em contato com todas as partículas do solo. Para conseguir isso, metade da dose do calcário deve ser aplicada antes da aração e metade após a mesma. Desse modo, se consegue uma distribuição mais uniforme e mais profunda do corretivo.

Quando a dose de calcário a ser usada é relativamente grande, em geral maior que 5 t/ha, teme-se que prejudique a cultura, se aplicada de uma única vez. De fato isso poderá acontecer, se o calcário for mal aplicado, sem a antecedência devida e sem incorporá-lo. O critério que determina o parcelamento das doses pesadas em dois anos ou mais é apenas o valor do produto, transporte e distribuição, para não onerar demasiadamente o custo de produção.

ADUBAÇÃO

A cultura do milho para silagem exporta maior quantidade de nutrientes do que o milho cultivado apenas para produção de grãos. Com a colheita da parte aérea, os nutrientes nela contidos são removidos, não havendo reciclagem dos mesmos. O nitrogênio e o potássio são os dois nutrientes exportados em maior quantidade (Tabela 7) e podem tornar-se limitantes após poucos cultivos, se não for adotado um sistema de manejo de solo adequado. Um programa de adubação visando a manutenção de altas produtividades requer um monitoramento periódico do índice de fertilidade de solo, através da análise química, para se evitar o empobrecimento e/ou o desbalanço de nutrientes no solo.

ADUBAÇÃO DE CORREÇÃO

Em solos muito pobres em fósforo e/ou potássio, a combinação de aplicações de fertilizantes a lanço e no sulco de plantio é uma estratégia que possibilita a obtenção e manutenção de tetos elevados de produtividade. A aplicação de fertilizantes a lanço visando elevar o índice de fertilidade do solo, denominada adubação corretiva, deve ser feita antes do plantio, seguida de adubações de manutenção, aplicadas no sulco, após cada cultura. A Tabela 8 fornece uma

indicação da adubação corretiva com fósforo e potássio, a qual deve ser ajustada de acordo com a análise química do solo, para cada situação.

TABELA 8. Adubação de correção de fósforo e potássio (kg/ha). EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas, MG, 1991.

Classe textural	Teor de argila (%)	Teores de fósforo no solo (ppm)	P ₂ O ₅	K ₂ O
Argilosa	36 a 60	0 - 5	200	100
Média	15 a 35	0 - 10	160	60
Arenosa	< 15	0 - 20	100	60

¹Extrator de Mehlich

²Fazer correção quando o potássio no solo for inferior a 45 ppm.

Na adubação fosfatada corretiva de culturas anuais, podem-se usar termofosfatos ou as fontes solúveis em água (superfosfatos), que são aplicados a lance e, em seguida, incorporados com grade na profundidade de 10 a 15 cm. Além da correção com fósforo, os solos com teores de potássio trocável inferior a 45 ppm devem também receber uma potassagem, com uma fonte solúvel de potássio. As doses recomendadas (Tabela 8), nesse caso, devem ser para atingir 2 a 5% da CTC a pH 7,0 saturado por potássio (Lopes & Guimarães 1989).

Como o milho é uma planta muito sensível à deficiência de zinco, recomenda-se a adubação de correção com sulfato ou óxido de zinco na dose de 3 kg de Zn/ha.

ADUBAÇÃO DE PLANTIO

A adubação de plantio deve ser baseada na análise química do solo, no histórico de uso da área e na produtividade esperada. Considerando a maior exportação de nutrientes quando se cultiva o milho para produção de silagem, a adubação potássica é de grande importância, porque, juntamente com o nitrogênio, é um nutriente exportado em grande quantidade. Como cerca de 80% do potássio da planta retorna ao solo através da palhada, a resposta a esse nutriente geralmente é pequena quando o milho é cultivado para grãos. Com a colheita de toda a planta, no caso da silagem, o solo se esgota rapidamente em potássio, se não houver uma reposição adequada desse nutriente através

de adubações.

Para atender a maior demanda em nutrientes do milho cultivado para silagem, a adubação de plantio deve ser diferente daquela normalmente usada em milho cultivado para produção de grãos. Sendo assim, a recomendação de N, P_2O_5 e K_2O deve ser acrescida, visando atender essa maior extração e manter o nível de fertilidade do solo nos cultivos subsequentes. Recomendações de adubação de plantio para milho cultivado para silagem são apresentadas na Tabela 9.

TABELA 9. Recomendações de adubação de plantio com N, P_2O_5 e K_2O , em kg/ha, para milho cultivado para silagem. EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas, MG, 1991.

Teor de P ¹ no solo (ppm)	N no plantio	P ₂ O ₅	Teor de K no solo (ppm) ²		
			Baixo 0 - 45	Médio 46 - 50	Alto > 80
Solos Textura Argilosa (>35% argila)					
Baixo(0- 5)	10	100	80	60	40
Médio(6-10)	10	80	80	60	40
Alto (>10)	10	60	80	60	40
Solos Textura Média (15 a 35% argila)					
Baixo(0- 10)	20	100	80	60	40
Médio(11-20)	20	80	80	60	40
Alto (>20)	20	60	80	60	40
Solos Textura Arenosa (<15% argila)					
Baixo(0- 20)	30	100	80	60	40
Médio(21-30)	30	80	80	60	40
Alto(>30)	30	60	80	60	40

¹ e ² Classes de fertilidade para teores de fósforo e potássio no solo (método Mehlich), de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989).

Em solos de textura arenosa, deve-se parcelar o potássio em duas aplicações: metade da dose no sulco, por ocasião do plantio, juntamente com o nitrogênio e com o fósforo, e o restante junto com a primeira adubação nitrogenada em cobertura. Nesses solos, é recomendável o uso de formulações de adubo contendo os micronutrientes Zn, Fe, Mn, Cu, B e Mo.

Em solos cultivados com milho, a ocorrência de deficiência de Zn é bastante freqüente. Essa cultura é muito sensível à deficiência de Zn; por isso, recomenda-se a aplicação de 1 a 2 kg de Zn/ha, para prevenir possíveis deficiência e redução no rendimento. Caso apareçam sintomas de deficiência, fazer duas aplicações, via foliar, de solução de sulfato de zinco a 0,5%, neutralizada com $Ca(OH)_2$ (cal extinta) a 0,25%.

ADUBAÇÃO NITROGENADA

Por remover grandes quantidades de nitrogênio, a cultura do milho requer adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se desejam produtividades elevadas. Ottman & Welch (1989) verificaram que, para uma produção de 23 t/ha de matéria seca, a extração de nitrogênio foi de 240 Kg/ha, o que corresponde a 530 kg de uréia (45% N) ou 1.200 Kg de sulfato de amônio (20%N).

Resultados de experimentos conduzidos no Brasil, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram resposta generalizada do milho à adubação nitrogenada (Relatório 1976; Grove et al. 1980; Raij et al. 1981; Coelho 1987). Meira et al. (1978), em experimentos conduzidos no Estado de Minas Gerais, verificaram respostas positivas ao nitrogênio, na produção de silagem de milho, com aplicação de até 135 Kg N/ha (Tabela 10). Entretanto, o maior incremento foi verificado com a dose de 45 Kg N/ha, cuja produção foi, em média, 28,7% superior à testemunha. Nesses experimentos (Tabela 10), respostas às doses maiores de nitrogênio podem ter sido limitadas por outros fatores, visto que a produção máxima de massa seca foi de 12t/ha.

AValiação DA NECESSIDADE DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

As principais formas de nitrogênio disponíveis para as plantas são amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), as quais representam menos de 2% do nitrogênio total do solo. Considerando que quase todo o nitrogênio do solo se faz presente na forma orgânica, é importante considerar também o nitrogênio que seria mineralizado durante o ciclo da cultura. Análise apenas do nitrogênio inorgânico ou apenas o teor de matéria orgânica tem sido de pouca validade na avaliação da necessidade de se aplicar adubo nitrogenado. Uma das dificuldades na recomendação da adubação nitrogenada em cobertura é a falta de um método de análise que se adapte à rotina de laboratório e possibilite determinar um índice de fertilidade para esse nutriente.

As recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cobertura são realizadas com base em curvas de resposta, histórico da área e produtividade esperada. Para o Estado de Minas Gerais, a recomendação da adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do milho de sequeiro, de modo geral, varia de 40 a 70 N/ha (Comissão 1989). Em agricultura irrigada, onde prevalece o uso de alta tecnologia, essa recomendação seria insuficiente. Nessas condi-

ções, doses de nitrogênio variando de 100 a 200 Kg/ha podem ser necessárias para a obtenção de elevadas produtividades, conforme discutido anteriormente (Tabela 7).

TABELA 10. Efeito de níveis de nitrogênio (kg/ha⁻¹) sobre a produção de matéria seca total (t/ha⁻¹) de milho para silagem.

Níveis de nitrogênio (kg/ha ⁻¹)	Local/Ano			Média
	Prudente de Moraes		Felixlândia	
	1975	1976 Mat. seca total/t.ha ⁻¹	1976	
0	6,46 c ¹	7,06 b	7,87 b	7,13
45	8,93 b	12,28 a	8,86 a	10,00
90	9,82 ab	12,43 a	9,36 a	10,54
135	10,49 a	11,69 a	9,08 a	10,42

¹ As médias assinaladas com as mesmas letras, dentro de cada coluna, não diferenciam significativamente pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade esperada pode ser estimada com certa margem de segurança quando se conhece a tecnologia usada pelo produtor. Nessa avaliação, deve-se levar em conta o manejo de solo e água, cultivares adaptadas e práticas culturais utilizadas.

Dados de pesquisas realizadas no Brasil, por Grove et al. (1980) e Coelho et al. (1990), indicam que a concentração de N na parte aérea (grão + palhada) do milho, para produções máximas, é de 1,18% e 1,06%, respectivamente. Para o cálculo da quantidade de N a ser aplicada, recomenda-se o valor de 1% N na planta como adequado. Assim, para a produtividade de 16t de massa seca/ha, a planta retira do solo em torno de 160 kg de N. Outro parâmetro necessário é a quantidade de N que o solo é capaz de fornecer à cultura. Em termos médios, os solos tropicais fornecem cerca de 60 a 80 kg de N/ha (Grove 1979 e Coelho 1987), quantidade suficiente para produzir de 6 a 8t de massa seca/ha. Deve-se ressaltar que solos cultivados com leguminosas e solos de áreas recém-desbravadas são mais ricos em N, exigindo menor adubação nitrogenada.

Um terceiro parâmetro a estimar é a eficiência de aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados pelas plantas, isto é, a quantidade de N na planta proveniente dos fertilizantes. Dados de pesquisa realizada com ^{15}N (Coelho 1987) indicam que, em média, 50 a 60% do N aplicado como uréia foi aproveitado pelas plantas.

O conhecimento desses parâmetros, associado a informações sobre o histórico da área, cultivares e práticas culturais usadas, possibilita estimar a adubação nitrogenada em cobertura a ser aplicada. Assim, para uma produtividade esperada de 16t/ha de massa seca, num solo com capacidade de suprir 60 kg de N/ha e uma eficiência de aproveitamento do fertilizante de 60%, seria necessária uma adubação da ordem de 160 kg de N/ha, que corresponde a 800 kg de sulfato de amônio ou 350 kg de uréia/ha.

PARCELAMENTO E ÉPOCA DE APLICAÇÃO

A curva que descreve a absorção de nitrogênio pelo milho coincide com a curva de acumulação de matéria seca. É uma curva do tipo sigmoidal, com uma fase inicial de pouca absorção, seguida de uma segunda fase com absorção crescendo linearmente e, finalmente, uma fase de reduzida absorção. O ponto crucial diante desse padrão é fornecer nitrogênio em maior quantidade no início da fase de absorção linear, o que ocorre quando as plantas apresentam-se com 7 a 8 folhas. Assim, para a cultura de milho, recomenda-se aplicar uma pequena quantidade de nitrogênio no plantio (10-30 Kg/ha) e a maior parte em cobertura, no período de maior necessidade da cultura. Essa prática tem como objetivo diminuir o tempo que o nitrogênio permanece no solo antes de ser absorvido pela planta, reduzindo as perdas, principalmente por lixiviação de nitrogênio na forma de nitrato (NO_3^-).

Outro aspecto a ser considerado é com relação ao número de parcelamentos da dose de nitrogênio a ser aplicada em cobertura, a qual dependerá da quantidade de nitrogênio, textura do solo, intensidade e distribuição da precipitação. Experimentos realizados no Brasil mostraram que em solos de textura média e argilosa e com doses de nitrogênio variando de 60 a 120 Kg/ha, a aplicação parcelada em duas ou três vezes não resultou em maiores produtividades, em relação a uma única aplicação na fase inicial, de maior exigência da cultura, 35 a 40 dias após o plantio (Novais et al. 1974; Neptune 1977 e Grove et al. 1980).

Em geral, deve-se usar maior número de parcelamentos sob as seguintes condições: a) altas doses de nitrogênio (120 a 200 Kg/ha); b) solos de textura arenosa; c) áreas sujeitas a chuvas de alta intensidade. Uma única aplicação

em cobertura deve ser feita sob as seguintes condições: a) doses de nitrogênio baixas ou médias (60 a 100 Kg/ha); b) solos de textura média e/ou argilosa; c) plantio intensivo, sem o uso de irrigação, em que a distribuição do fertilizante é feita mecanicamente. Um esquema do parcelamento do nitrogênio para a cultura do milho, em função da textura do solo, é apresentado na Tabela 11.

TABELA 11. Sugestões para aplicações parceladas de nitrogênio na cultura do milho. EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas, MG. 1991.

Solo/ Classe textural	Doses de nitrogênio (kg/ha)	Número de folhas totalmente emergidas (%)			
		4 - 6	7 - 8	9 - 10	10 - 12
Argiloso (36 a 60% argila)	60 a 100 ¹		100%		
	> 100	50%		50%	
Média (15 a 35% argila)	60 a 100 ²		100%		
	> 100	50%		50%	
Arenosa (< 15% argila)	60 a 100	50%		50%	
	> 100	40%		40%	20%

¹ e ² Se as plantas apresentarem sintomas de deficiência, poderá ser feita uma aplicação suplementar de nitrogênio em período anterior ao indicado.

MODO DE APLICAÇÃO

O modo de aplicação dos fertilizantes nitrogenados tem recebido considerável atenção, com particular importância para a uréia e outros produtos contendo este fertilizante, como, por exemplo a URAN, que é uma solução de uréia e nitrato de amônio em meio aquoso.

Devido à rápida hidrólise da uréia para carbonato de amônio e o subsequente potencial de perdas de nitrogênio por volatilização de amônia (NH_3), tem-se recomendado, no manejo desse fertilizante, a incorporação ao solo a uma profundidade de aproximadamente 5 a 10 cm. Quando não for possível fazer a incorporação, as perdas por volatilização de NH_3 podem ser minimizadas misturando-se o fertilizante com a camada superficial do solo, através da operação de cultivo. Por outro lado, as perdas de nitrogênio por volatilização de NH_3 podem ser reduzidas pela ocorrência de chuvas após a aplicação da uréia na superfície do solo.

Muitas vezes, sob condições de agricultura intensiva, e em sistema de plantio direto, as aplicações de fertilizantes nitrogenados em cobertura não podem ser feitas com a incorporação do produto. Nesse caso, o uso de irrigação controlada permite uma rápida solubilização do fertilizante aplicado, movimentação dos nutrientes na solução do solo até uma certa profundidade e redução das perdas por volatilização de NH_3 , conforme sugerem os dados da Figura 2, que mostra o efeito da sequência fertilização/irrigação nas perdas de N-uréia, atribuídas à volatilização de NH_3 (Katyal et al. 1987).

No caso da URAN, a aplicação localizada lateralmente nas fileiras de milho (10 a 15 cm), incorporada ou na superfície, tem-se mostrado mais eficiente do que quando pulverizada na superfície do solo, à semelhança da aplicação de herbicidas (Touchton & Hargrove 1982).

FERTILIZANTES NITROGENADOS

Os fertilizantes nitrogenados sólidos são usados de quatro formas: amoniacal (sulfato de amônio), nítrica (nitrato de sódio), nítrica-amoniacal (nitrato de amônio, nitrocálcio) e amídica (uréia). Mais recentemente, também tem

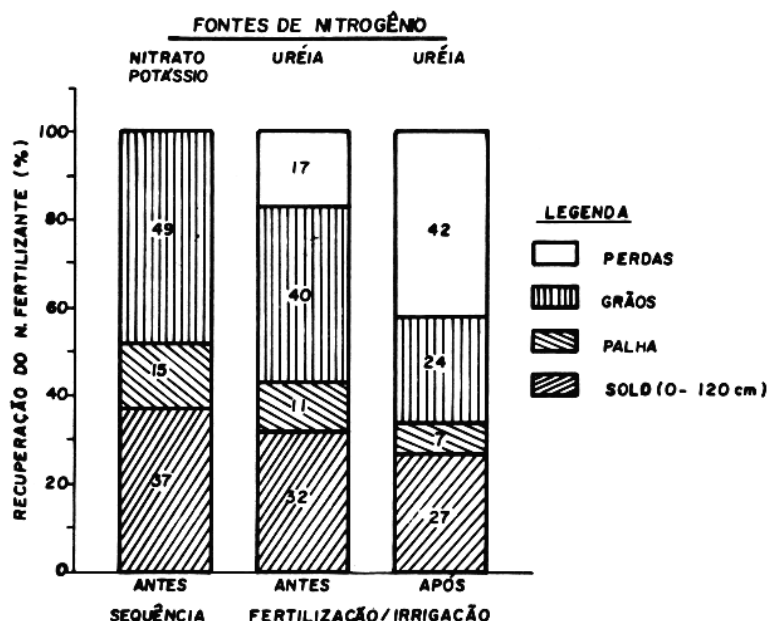


FIGURA 2. Recuperação do N-fertilizante no sistema solo-planta, em função da sequência de aplicação do nitrogênio (60 kg/ha) em relação à irrigação. Fonte: Adaptado de Katyal et al. (1987)

sido comercializada no Brasil a URAN.

Diversos estudos foram conduzidos no Brasil com a cultura do milho, visando a comparação das principais fontes de nitrogênio (Campos Tedesco 1979; Grove et al. 1980; Coelho & Silva 1986 e Coelho 1987). Esses trabalhos revelaram que, de modo geral, todas as fontes solúveis de nitrogênio, quando adequadamente manejadas, têm apresentado comportamento similar. No entanto, em alguns casos, a uréia, especialmente quando aplicada na superfície do solo, tem-se mostrado inferior, embora nem sempre as diferenças observadas alcancem magnitude significativa (Coelho & Silva 1986 e Coelho 1987).

Por outro lado, as diferenças observadas ocasionalmente entre as fontes solúveis de nitrogênio podem estar relacionadas à presença de outros elementos nos fertilizantes, como é o caso do enxofre no sulfato de amônio, ou ao efeito que alguns fertilizantes nitrogenados exercem sobre a reação do solo. O efeito acidificante do sulfato de amônio, uréia e outros, compostos que contêm ou produzem amônia, pode ser importante em solos manejados no sistema de plantio direto e adubados anualmente com altas doses de nitrogênio, mas deve ser menos acentuado em solos revolvidos anualmente através de arações e gradagens. Em ambos os casos, a aplicação de calcário corrige a acidez causada pelos fertilizantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, A.X.; TEDESCO, J.M. Eficiência da uréia e do sulfato de amônio na cultura do milho (*Zea mays* L.) *Agronomia Subriograndense*, Porto Alegre, v.15, n.1, p.119-125, 1979.
- COELHO, A.M. Balanço de nitrogênio (^{15}N) na cultura do milho (*Zea mays* L.) em um Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Lavras, MG: ESAL, 1987. 142p. Tese Mestrado.
- COELHO, A.M.; SILVA, B.G. da. Fontes de nitrogênio na consorciação milho verde e feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., Maceió, Al, 1984. *Anais*. Brasília: EMBRAPA/DDT/EPEAL, 1986. p. 323-330.

- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; BAHIA FILHO, A.F.C.; GUEDES, G.A. A. Efeito de doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18, Vitória ES, 1990. **Resumo**. Vitória: EMCAPA, 1990. p.105.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Lavras, MG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 4ª aproximação, Lavras: 1989. 159p.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL CERRADOS. Planaltina, DF.; EMBRAPA-CPAC, v.1, 1976. 150 p.
- FRIBOURG, H.A.; BRYAN, W.E.; LESSMAN, E.M.; MANNING, D.M. Nutrient uptake by corn and grain sorghum silage as affected by soil type, planting date, and moisture regime. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, p.260-263, 1976.
- GROVE, L.T. **Nitrogen fertility in oxisols and ultisols of the humid tropics**. New York, Cornell University, 1979. 27p. (Cornell International Agricultural Bulletin, 36).
- GROVE, L.T.; RITCHEY, K.D.; NADERMAN JR., G.C. Nitrogen fertilization of maize on oxisol of the cerrado of Brazil. **Agronomy Journal**, Madison v.27, n.2, p.261-265, 1980.
- KATYAL, J.C.; SINGH, B.; VLEK, P.L.G.; BURESCH, R.J. Efficient nitrogen use as affected by urea application and irrigation sequence. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.51, p.366-370, 1987.
- LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Uso Eficiente de Fertilizantes: aspectos agronômicos**. São Paulo, ANDA, 1990. 60p. (Boletim Técnico, 4).
- MEIRA, J.L.; PIZARRO, E.A.; CRUZ, J.C.; RODRIGUES, N.M. Efeito de diferentes níveis de nitrogênio, espaçamentos e populações de plantas sobre a produção e qualidade da silagem de milho. **Projeto Milho e Sorgo**. Relatório 75/77, Belo Horizonte: EPAMIG, 1978. p.21-27.

- NEPTUNE, A.M.L. Efeito de diferentes épocas e modos de aplicação de nitrogênio na produção do milho, na quantidade de proteína, na eficiência do fertilizante e na diagnose foliar utilizando sulfato de amônio - 15N. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v.34, n.1, p.515-539, 1977.
- NOVAIS, M.V.; NOVAIS, R.F.; BRAGA, J.M. Efeito da adubação nitrogenada e de seu parcelamento sobre a cultura do milho em Patos de Minas. *Revista Ceres*, Viçosa, v.21, n.115, p.193-202, 1974.
- OTTOMAN, J.M.; WELCH, L.F. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, p.167-174, 1989.
- QUAGGIO, J.A.; SAKAI, M.; ISHIMURA, I.; SAES, L.A.; BATAGLIA, O.C. Calagem para a rotação feijão-milho verde em solo orgânico do Vale do Rio Ribeira de Iguape (SP) a. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.9, p.255-261, 1985.
- RAIJ, B. Van.; FEITOSA, C.T.; CANTARELA, H.; CAMARGO, A.P.; DECHEN, A.R.; ALVES, S.; SORDI, G.; VEIGA, A.A.; CAMPANA, M.P.; PETINELLI, A.; NERY, C. Análise de solo para discriminar a adubação para a cultura do milho. *Bragantia*, Campinas, v.40, n.6, p.57-75, 1981.
- SILVA, A.R. da Melhoria genética para resistência à toxidez de alumínio e manganês no Brasil: antecedentes, necessidade e possibilidades. Tópicos para discussão e pesquisas. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.28, n.2, p.147-149, 1976.
- TOUCHTON, J.T.; HARGROVE, W.L. Nitrogen sources and methods of application for no-tillage corn production. *Agronomy Journal*, Madison, v.74, p.823-826, 1982.

PRAGAS DA CULTURA DO MILHO FORRAGEIRO

Paulo Afonso Viana¹

Vários fatores contribuem para reduzir a produtividade da cultura do milho. Entre eles, destacam-se os insetos-pragas. Para o milho forrageiro, o complexo de pragas do solo tem grande importância, sendo responsável por falhas na cultura, tombamento e até mesmo uma deficiente nutrição das plantas, devido ao ataque no sistema radicular, resultando em plantas pouco vigorosas e reduzida produção de massa verde. Os insetos de hábito subterrâneo de maior ocorrência na cultura do milho são as lagartas elasma e rosca, larva de vaquinha, percevejo castanho, bicho bolo (coró) e larva arame.

Alguns insetos atacam a parte aérea da planta e os mais prejudiciais para o milho forrageiro são aqueles responsáveis pela redução da área foliar. Nesse caso, destacam-se a lagarta-do-cartucho e o curuquerê-dos-capinzais. Outras pragas que também atacam a parte aérea são: cigarrinha-das-pastagens, pulgão do milho, broca da cana-de-açúcar e lagarta-da-espiga.

Dentre essas pragas, somente a lagarta-do-cartucho é considerada primária. Em determinados anos, quando as condições são favoráveis, o curuquerê-dos-capinzais pode ocorrer em altas populações, causando grande desfolha na lavoura e reduzindo a massa verde, se o controle da praga não for realizado na época adequada. Em regiões de pecuária intensiva e na ausência do principal hospedeiro (*Brachiaria decumbens*) da cigarrinha-das-pastagens, a praga, sob condições favoráveis, pode atacar severamente o milho, após a emergência das plantas. O pulgão do milho somente irá requerer cuidados especiais se a população for muito elevada. Geralmente, os inimigos naturais do pulgão e as condições climáticas adversas à sua biologia, como chuvas e ventos, são suficientes para manter a praga em um nível populacional que não representa prejuízos para a lavoura.

A ocorrência da broca da cana-de-açúcar e lagarta-da-espiga é mais comum no final do ciclo da cultura. Como o milho para silagem é cortado em torno de 120 dias após o plantio, essas pragas assumem pouca importância e somente altas infestações merecerão cuidados especiais.

¹Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

DESCRIÇÃO DOS DANOS E MANEJO DE PRAGAS

A. Pragas Subterrâneas

1. Lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*)

A lagarta penetra na planta abaixo do nível do solo e faz uma galeria no interior do colmo, destruindo a região de crescimento e acarretando a morte da planta. O dano é conhecido como "coração morto", devido ao secamento das folhas centrais da planta, que é suscetível ao ataque até aproximadamente 35 cm de altura. A lagarta é avermelhada, com listras claras, sendo muito ágil quando tocada. Localiza-se no solo em teias misturadas com a terra ou no interior do colmo da planta.

Alta umidade do solo é prejudicial à biologia do inseto, afetando a eclosão das lagartas em seus primeiros dias de vida. Entretanto, a umidade não afeta as lagartas mais desenvolvidas. Água retida no solo com tensões variando do ponto de saturação à capacidade de campo proporciona um bom controle de lagartas novas.

O controle mais recomendado é o preventivo, através do tratamento de sementes antes do plantio (carbofuran ou thiodicarb - 700 g i.a./100kg de sementes) ou com inseticida granulado no sulco (carbofuran - 1.000 g i.a./ha). Recentemente, resultados experimentais obtidos no CNPMS/EMBRAPA mostraram um bom controle de lagartas mais desenvolvidas utilizando o inseticida chlorpyrifos (480 g i.a./ha), aplicado via irrigação por aspersão em uma lâmina de 10 mm de água, por ocasião das primeiras plantas danificadas pela praga.

2. Lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*)

A lagarta secciona a planta logo acima do nível do solo. O ataque é noturno e as plantas danificadas são facilmente visualizadas pela manhã. As plantas são suscetíveis até aproximadamente 35 cm de altura. A lagarta é escura e lisa e localiza-se no solo ao redor das plantas atacadas.

A lagarta rosca é um inseto de maior ocorrência em solos úmidos, principalmente em solos aluviais de baixada. Várias plantas daninhas são hospedeiras e preferidas pela praga. Portanto, a manutenção das áreas destinadas ao plantio de milho livres de plantas invasoras ajuda a diminuir a infestação na cultura principal. Outra medida que contribui para reduzir a infestação da praga é o revolvimento do solo através de aração e gradagem, expondo as lagartas e pupas aos raios solares ou à ação direta de seus predadores.

O combate à praga com inseticidas pode ser feito pulverizando carbaryl (1.020 g i.a./ha) ou trichlorfon (500 g i.a./ha), dirigindo o jato para a base da planta. Quando se utiliza tratamento preventivo para elasmos, este proporciona um razoável controle da lagarta rosca.

3. Larva da vaquinha (*Diabrotica speciosa*)

A larva alimenta-se das raízes do milho, prejudicando a absorção de nutrientes e a sustentação da planta, causando seu tombamento e dificultando o corte ou a colheita do milho. A larva é de coloração branca-leitosa e pode ser encontrada em grande número ao redor das raízes.

Solos úmidos e com alto teor de matéria orgânica são favoráveis ao desenvolvimento das larvas, enquanto que solos secos e/ou arenosos causam sua dissecação e morte.

O milho pode sofrer sérios prejuízos se plantado em sucessão a culturas hospedeiras, como feijão, curcubitáceas, batatinha, tomate etc., infestadas com a praga.

O controle da praga é difícil de ser realizado e não existem inseticidas registrados no Brasil para utilização em milho. Como controle preventivo da larva da vaquinha, recomenda-se tratar as sementes e usar granulado no sulco de plantio.

4. Bicho bolo, coró ou pão-de-galinha (*Eutheola humilis*, *Dyscinetus dubius*, *Stenocrates* sp.)

As larvas alimentam-se das sementes no solo e das raízes após a germinação, causando falhas na cultura. São de coloração branca leitosa, recurvadas e com a extremidade do abdômen escura. O tamanho é variável de acordo com a espécie. O período larval atinge até 20 meses e a população é geralmente maior em pastagens de gramíneas. O controle utilizado para elasmos é eficiente também para as larvas do bicho bolo.

5. Larva arame (*Conoderus* sp)

As larvas danificam as raízes e a base do colmo do milho. São de cor marrom brilhante, apresentando os segmentos endurecidos (quitinizados). O controle utilizado para outras pragas subterrâneas também serve para a larva arame.

6. Percevejo castanho (*Scaptocoris castanea*)

As formas jovens (ninfas) e os adultos sugam a seiva nas raízes do milho. O ataque causa o definhamento e a morte das plantas novas. As ninfas são esbranquiçadas e os adultos marrom-claros, sendo facilmente observados no preparo do solo, através do cheiro característico de percevejo. O preparo do solo, além de expor a praga a predadores, pode também provocar sua morte por esmagamento. Inseticidas utilizados para outras pragas subterrâneas atuam também sobre o percevejo castanho. O dano causado pela praga geralmente é maior em solos úmidos, pois essa situação é favorável à sua biologia.

B - Pragas da parte aérea da planta (Folhas, colmo e espiga)

1. Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*)

É uma das principais pragas da cultura do milho, com ocorrência nas fases vegetativa e reprodutiva (pendão e espiga). No início do ataque, as lagartinhas raspam as folhas, deixando áreas transparentes. Com o seu desenvolvimento, a lagarta dirige-se para o cartucho da planta, destruindo-o. A espiga é perfurada geralmente na região central. Em alta população, a lagarta pode seccionar o colmo das plântulas e ficar localizada no solo, assemelhando-se à lagarta rosca. A lagarta pode chegar a 4,0 cm de comprimento e apresenta coloração esverdeada a preta, possuindo um Y característico invertido na parte frontal da cabeça.

O controle da praga pode ser feito através dos inseticidas methomyl (322 g i.a./ha) ou chlorpyrifos (288 g i.a./ha), aplicados com pulverizadores costais ou tratorizados. Recentemente, vários inseticidas foram testados, via água de irrigação por aspersão, pela EMBRAPA/CNPMS. O inseticida chlorpyrifos (288 g i.a./ha), aplicado em lâmina de 6mm de água, mostrou eficiência superior a 86%. Uma alternativa aos inseticidas químicos utilizados no controle da praga foi desenvolvida pelo CNPMS, através do inseticida biológico denominado baculovírus (vírus da poliedrose nuclear), com a vantagem de não deixar resíduos para os animais e meio-ambiente.

2. Curuquerê-dos-capinzais (*Mocis latipes*)

A lagarta se alimenta das folhas do milho, deixando somente a nervura principal. As infestações geralmente desenvolvem-se em gramíneas ao redor da cultura e quando ocorre competição por alimento as lagartas emigram em grande número para o milho. A lagarta é de coloração verde-escura com es-

trias amarelas e se locomove como a "mede palmo".

O controle pode ser feito com os mesmos inseticidas químicos utilizados para a lagarta-do-cartucho, não sendo, porém, necessária a aplicação em toda a área, pelo fato de a lagarta possuir o hábito de se deslocar no sentido das laterais para o centro da lavoura. É importante observar que, para a aplicação de qualquer inseticida químico visando o controle de pragas no milho forrageiro, o período de carência deverá ser rigorosamente obedecido, para evitar riscos de resíduos na carne e leite dos animais.

3. Cigarrinhas-das-pastagens.

As espécies predominantes nas pastagens e que podem atacar a cultura do milho são *Deois flavopicta* e *Zulia entreariana*. As formas jovens (ninfas) estabelecem-se nas pastagens, no interior de uma espuma branca localizada na base das plantas, onde permanecem até o estágio adulto. Quando a população atinge níveis elevados, havendo competição por alimento, ocorre a migração dos insetos para as culturas de milho nas proximidades. A sucção da seiva e a injeção de toxinas nas plantas de milho provoca o amarelecimento e seca, sendo que os danos são acentuados na fase inicial da cultura, aproximadamente até trinta dias de idade.

Os inseticidas sistêmicos utilizados no tratamento de sementes ou nos sulcos de plantio, para o controle de pragas subterrâneas, proporcionam bom controle da cigarrinha no período de maior suscetibilidade da cultura. Recomendam-se também pulverizações com inseticidas adequados para pastagens, em faixas circundando a cultura de milho, para evitar a migração dos insetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J.; SANTOS, J.P. Efeito de diversos inseticidas no controle da lagarta-elasmô, *Elasmopalpus lignosellus*, em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.12, p.1293-1301, 1983.
- CRUZ, I.; SANTOS, J.P.; OLIVEIRA, A.C. Competição de inseticidas visando o controle químico de *Spodoptera frugiperda* em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, Brasil, v.12, n.2, p.235-242, 1983.

- CRUZ, I.; WAQUIL, J.M.; SANTOS, J.P.; VIANA, P.A.; SALGADO, L.O. **Pragas da cultura do milho em condições de campo - Métodos de controle e manuseio de defensivos**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1986. 75p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 10).
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTIFILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: Ed. Ceres, 1978. 531 p.
- SANTOS, J.P.; CRUZ, I.; BOTELHO, W. Efeito de vários níveis de infestação da cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* em plantas de milho com diferentes idades. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, FLORIANÓPOLIS, 1982. **Resumos...** Florianópolis: EMPASC, 1982. p. 189.
- VIANA, P.A.; COSTA, E.F. Controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho, com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, BELO HORIZONTE, 1989. **Resumos...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1989. p. 295.
- VIANA, P.A.; WAQUIL, J.M.; LUCENA, A.I.T.; OLIVEIRA, A.C. Controle químico de *Elasmopalpus* na cultura do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12, GOIÂNIA, 1978. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA/DID, 1979. p. 96.
- WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; LORDELLO, A.I.; CRUZ, I.; OLIVEIRA, A.C. Controle da lagarta do cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.163-166, 1982.

SISTEMAS E CUSTO DE PRODUÇÃO DE SILAGEM DE MILHO

José Joaquim Ferreira¹

IMPORTÂNCIA DO PROCESSO DE ENSILAGEM

O processo de ensilagem é entendido por muitos produtores como uma atividade simples que apenas requer máquinas apropriadas e mão-de-obra suficiente para colher, transportar, colocar a massa verde no silo e vedá-lo. Entretanto, articular os aspectos tecnológicos da produção e da colheita do milho, que envolve a operação e manutenção das máquinas, dimensionamento e distribuição da mão-de-obra para maior eficiência do processo, requer um certo grau de experiência ou treinamento gerencial.

SISTEMAS DE COLHEITA DE MILHO PARA SILAGEM

O processo de ensilagem pode ser feito com diferentes tipos de máquinas, carretas e fontes de força para realização das operações.

Normalmente, a quase totalidade do milho para silagem é colhido, transportado e picado utilizando-se diferentes combinações de máquinas e participação de mão-de-obra. Três combinações bem distintas podem ser destacadas: a) Sistema I- corte, amontoa, carregamento das carretas, transporte, descarga e picação no local do silo; b) Sistema II- corte, amontoa, picação no campo, transporte e descarga no silo; c) Sistema III- Colheita e picação por ensiladeira, transporte e descarga no silo. Esses sistemas diferem entre si, principalmente pela maior ou menor utilização de mão-de-obra em contrapartida à redução ou aumento da motorização do processo. O aumento da motorização resulta no aumento da quantidade de milho ensilada por hora.

¹Eng.- Agr. Ph.D., EPAMIG/Centro Regional do Centro -Oeste, Caixa Postal 295, CEP 36715 Prudente de Morais, MG.

O Sistema I (corte/amontoa/carregamento/transporte, descarga próximo ao silo e picação) apresenta como principal desvantagem em relação ao Sistema II (corte/amontoa/picação no campo/transporte e descarga no silo) o reduzido rendimento no transporte, uma vez que o volume transportado da planta inteira chega a pesar 1/3 do mesmo volume da planta picada.

Desse modo, o Sistema I demanda um maior número de viagens que o Sistema II, para transportar a mesma quantidade de massa verde da lavoura ao silo. Além disso, o carregamento das plantas dificulta e onera ainda mais o Sistema I.

O Sistema II necessita dispor de um conjunto trator + ensiladeira para picação diretamente no campo, demandando mão-de-obra para corte, amontoa e picação da planta do milho. Um acompanhamento desse Sistema II, realizado pela EMBRAPA/CNPMS (1989), encontrou o rendimento de 336 kg/hora/homem para operação de corte/amontoa/picação. O rendimento desse sistema (II) é superior ao Sistema I, mas limitante para rápido enchimento de silos e produção de grandes quantidades de silagem. O Sistema III (colheita e picação por ensiladeiras, transporte e descarga no silo) apresenta maior rendimento, sendo o mais eficiente para rápida ensilagem de grandes quantidades de forragem.

Ressalta-se que as considerações acima sobre os diferentes sistemas de ensilagem de milho apresentam características de um sistema em relação aos outros. A adoção de um deles depende de determinadas particularidades, como: topografia da propriedade, quantidade de silagem a ser feita, tamanho dos silos, disponibilidade de mão-de-obra e de máquinas para colheita e transporte. Decorrente da demanda por máquinas com alto rendimento de colheita, já estão sendo lançadas no mercado brasileiro automotrizas para colheita de três linhas da cultura de milho de uma só vez.

CUSTO DE PRODUÇÃO DE SILAGEM DE MILHO

Com o objetivo de mostrar um panorama dos custos e de índices das operações do processo de ensilagem, alguns aspectos serão apresentados a seguir, através de dados coletados a partir de 1982/83, na Fazenda Experimental de Santa Rita - EPAMIG, em Prudente de Moraes, MG.

Os custos dos sistemas foram levantados tomando por base preços de insumos e serviços publicados pelo periódico Informe Agropecuário, da EPAMIG. Os índices econômicos e físicos referem-se à silagem de milho produzida e não à massa verde colhida. Na Tabela 12, são apresentados produtivida-

des e custos da cultura do milho, em BTN por hectare e por tonelada de silagem de milho produzida

TABELA 12. Produtividade e custo de produção (BTN)¹ da cultura do milho (expressos em termos de silagem de milho obtida por hectare). EPAMIG, Prudente de Moraes, MG, 1982/85.

Item	Período		
	1982/83	1983/84	1984/85
Produtividade (kg/ha)	21.564	28.253	28.769
Custo de Produção			
BTN/ha	190,49	191,74	208,42
BTN/t	8,83	6,78	7,02

¹ BTN - Bônus do Tesouro Nacional

A produtividade de silagem de milho nos três períodos variou de 21.564 a 28.769 kg por hectare. O aumento de produtividade no ano agrícola 1983/84 em relação ao ano anterior reduziu o custo de produção por tonelada de silagem de milho, uma vez que os preços reais de insumos e serviços de um ano para outro foram semelhantes. Com relação ao ano agrícola 1984/85, observou-se a mesma produtividade de 1983/84, ocorrendo, contudo, uma elevação do custo de produção por hectare, devido à necessidade de replantio da lavoura, o que demandou maior gasto com insumos e serviços.

Na Tabela 13, estão os custos das operações de ensilagem por ano agrícola, no período de 1982 a 1985.

O custo de ensilagem aumentou de 5,154 BTN, em 1982/83, para 8,465 BTN, em 1983/84, por tonelada de silagem produzida. Essa elevação deveu-se ao aumento do custo de todas as operações, como consequência da menor eficiência das máquinas (Tabela 14) e da elevação dos preços de aluguel de tratores e da mão-de-obra nesse período.

TABELA 13. Custos das operações de colheita, ensilagem, transporte, compactação do milho ensilado, mão-de-obra e cobertura do silo (lona plástica). Valores em BTN/t de silagem de milho produzida. EPAMIG. Prudente de Moraes. MG. 1982/85.

Item	Período		
	1982/83	1983/84	1984/85
Operação			
Colheita	2,064	3,907	3,381
Transporte	1,022	1,877	2,665
Compactação	1,089	1,692	2,400
Lona Plástica	0,180	0,338	0,358
Mão-de-obra	0,799	0,651	0,827
Total	5,154	8,465	9,631

TABELA 14. Rendimento das operações de corte + picação mecânica, transporte e compactação do milho ensilado (kg de silagem de milho /hora). EPAMIG. Prudente de Moraes. MG. 1982/86.

Item	Período			
	1982/83	1983/84	1984/85	1987/88
Operação				
Colheita	2.883	1.753	1.894	4.607
Transporte	5.129	3.649	2.403	6.604
Compactação	4.820	4.047	2.656	6.362
Mão-de-obra	320	326	215	601

No período seguinte (1984/85), os custos de ensilagem mantiveram-se elevados, devido às mesmas razões de ineficiência do processo, conforme índices mostrados na Tabela 14. Nesse mesmo período, os custos totais da silagem produzida foram agravados pelo alto custo da cultura, devido ao maior dispêndio com insumos e serviços, conforme comentado anteriormente. De modo geral, o estado precário das ensiladeiras e carretas limitou a velocidade de desenvolvimento das operações, resultando em drástica redução no total de milho colhido e transportado por hora trabalhada, nos períodos de 1982 a 1985.

A baixa eficiência dos tratores e carretas, associada à elevação dos preços reais do aluguel dessas máquinas, resultou no maior custo de ensilagem nos períodos analisados, 1983/84 e 1984/85. O rendimento das operações, em 1987/88, quando as máquinas estavam em boas condições, resultou em rendimento de colheita acima do dobro daquele observado em 1984/85 (Tabela 14). Esses índices mostram a importância das condições das máquinas para a maior eficiência das operações e, conseqüentemente, a redução dos custos de produção.

Os índices apresentados na Tabela 14 obedeceram aos seguintes critérios de coleta dos dados: o rendimento de corte + picação mecânica (colhedeira) refere-se ao material colhido, expresso em kg de silagem por hora trabalhada do conjunto trator/colhedeira; durante a operação de colheita, dois conjuntos de máquinas estiveram disponíveis nos períodos apresentados; o rendimento do transporte, expresso em termos de kg de silagem por hora, refere-se à hora efetivamente trabalhada; o tempo em que o conjunto trator/carreta permaneceu ocioso no campo, à espera de enchimento de outra carreta não foi computado para cálculo do rendimento da operação; o rendimento da compactação foi computado considerando-se um trator que ficou dentro do silo exclusivamente para esse fim; mesmo considerando-se que esse trator não trabalhou continuamente na compactação, em alguns casos computou-se para essa operação maior tempo que para a operação transporte, resultando com isso índices inferiores para a compactação.

O custo final da silagem, no período 1983/84, foi obtido através da anotação de horas de tratores e implementos efetivamente trabalhadas. Encontram-se na Tabela 15 os índices das operações de ensilagem, ficando constatado que a eficiência da ensilagem e, conseqüentemente, seu custo dependem do desempenho das máquinas e implementos e também da continuidade de sua utilização.

TABELA 15. Eficiência de utilização de tratores com implemento para a ensilagem de milho no período 1983/84.

Item	Trator com ensiladeira	Trator com carreta	Compactação
Horas disponíveis	221,5	221,0	134,5
Horas trabalhadas	190,5	91,5	82,5
Eficiência (%)	86,0	41,4	61,3

Na Tabela 16 estão os percentuais dos componentes de custo de produção de silagem na Fazenda Experimental de Santa Rita, da EPAMIG, podendo-se observar que ocorreram variações consideráveis no custo das operações em um mesmo ano ou em anos diferentes, o que, de certo modo, deveu-se a variações de rapidez, continuidade e harmonia no desenvolvimento dessas operações.

TABELA 16. Participação percentual dos componentes do custo de produção de silagem na Fazenda Experimental de Santa Rita/EPAMIG. Prudente de Moraes. MG. 1985.

Item	Período		
	1982/83	1983/84	1984/85
Cultura	58,23	46,87	45,27
Ensilagem			
Colheita	16,80	24,52	19,21
Transporte	8,32	11,78	15,14
Compactação	8,68	10,62	13,64
Mão-de-obra	6,50	4,09	4,69
Lona Plástica	1,47	2,12	2,05

Apesar de tudo, a qualidade da silagem não foi muito prejudicada e a comparação entre o custo da silagem de milho e o preço da ração para vacas

em lactação (Tabela 17) revelou relações favoráveis ao uso da silagem. Pelo alto teor de energia em relação a outros volumosos, o seu uso representa considerável redução da necessidade de ração concentrada no balanceamento da alimentação de vacas em lactação.

TABELA 17. Custo de produção de silagem de milho versus preços de mercado por tonelada de ração para vaca em lactação e tonelada de milho¹.

Item	Período		
	1982/83	1983/84	1984/85
Custo/t silagem			
Cultura	8,83	6,78	7,02
Ensilagem	5,15	8,46	9,63
Total	13,98	15,24	16,65
Preços de:			
ração concentrada	108,47	173,13	120,81
milho	87,80	126,86	107,36
Relação de preços:			
ração conc./silagem	7,76	11,36	7,25
milho/silagem	6,28	8,32	6,45

¹Custos e preços de mercado expressos em BTN.

Conclui-se, portanto, que a ensilagem é uma operação que demanda uso intensivo de recursos e também experiência e treinamento do responsável, para que máxima eficiência possa ser obtida, refletindo na redução do custo final da silagem.

A preparação para se promover uma eficiente operação de ensilagem exige a utilização de tratores, colhedeiças e carretas em boas condições. Além de máquinas e equipamentos adequados, necessitam-se tratoristas treinados e mão-de-obra suficiente para atender com rapidez as atividades manuais da ensilagem. Articulando-se esses componentes com harmonia, pode-se obter alta eficiência na ensilagem, resultando em menor contribuição da operação de ensilagem para o custo final da silagem de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Análise comparativa dos custos do sistema de produção de silagem na região de Sete Lagoas.** Sete Lagoas, MG, 1989. 14p. mimeografado.

ASPECTOS IMPORTANTES PARA MELHOR QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO E MAIOR EFICIÊNCIA NA SUA UTILIZAÇÃO

José Joaquim Ferreira¹

A silagem de milho é um volumoso de alto valor nutritivo, que pode resultar em significativos retornos econômicos em termos de produção de carne e leite. Entretanto, a produção e utilização de silagem de milho, de modo eficiente, demanda conhecimentos tecnológicos sobre a cultura, a operacionalização da ensilagem e a sua utilização na alimentação de bovinos (Ferreira 1990, a,c.).

Recentemente, no Brasil, têm surgido empreendimentos para confinamento de novilhos e produção de leite com alto nível de tecnologia. Na maioria quase absoluta deles, a silagem de milho tem uma participação importante na alimentação dos animais. Os técnicos ligados a esses empreendimentos, no afã de reduzir custos e melhorar a qualidade dos alimentos, têm insistentemente solicitado às instituições de pesquisa tecnologias para a produção de silagem de milho. Entretanto, apesar de haver necessidade contínua de geração de informações nessa área, já existe um considerável estoque de tecnologias que permitem a produção de silagem de milho de modo eficiente.

A adoção da silagem de milho como volumoso para a alimentação de bovinos pode ser feita por qualquer produtor, desde que este atenda as exigências do processo para produzi-la com boa qualidade ao menor custo possível.

FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO E A QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO

Cultivares

Uma preocupação natural do produtor que decide produzir silagem de milho é sobre a cultivar mais adequada para sua produção. Por se tratar de um alimento volumoso, prevalecia e ainda prevalece a opinião de que as melhores

¹ Eng.Agr., Ph.D., EPAMIG/Centro Regional do Centro-Oeste, Caixa Postal 295, CEP 36715 Prudente de Moraes, MG.

cultivares de milho para silagem são aquelas que apresentam altas produtividades de massa verde. Entretanto, este não deve ser o único critério para escolha da cultivar a ser plantada. Outros parâmetros devem ser considerados, de acordo com a finalidade de cada silagem. Nos Estados Unidos, alguns produtores ensilam apenas a fração que inclui a espiga e a parte superior da planta, com o objetivo de se obter a chamada silagem de milho de alta energia. No Brasil, o panorama de sistemas de produções de carne e de leite é bastante diverso e deve ser levado em conta na decisão da escolha da cultivar. Na planta do milho, tanto a espiga quanto a fração vegetativa contribuem de modo significativo para o valor nutritivo da silagem. A maior ou menor digestibilidade da planta refletirá diretamente na qualidade da silagem produzida. Já a contribuição da espiga está mais relacionada à sua participação percentual na planta total do que à variação na sua digestibilidade. Por esse motivo, cultivares selecionadas para grãos podem ser mais apropriadas para rebanhos ou lotes de animais dos quais se desejam altas produtividades. Como exemplos citam-se rebanhos leiteiros de alta produtividade por vaca e confinamento de novilhos na fase de terminação.

A silagem obtida de cultivares com alta produtividade de massa verde (menor participação percentual de grãos) pode ser uma opção mais econômica para vacas de produção mediana de leite, animais em crescimento e em confinamento para obtenção de taxas moderadas de ganho de peso. Entretanto, não se exclui a produção de silagem rica em energia para esses animais, uma vez que na alimentação deles essa silagem poderá ser combinada com outros volumosos de menor valor nutritivo.

Momento da Colheita para Silagem

A determinação do ponto ótimo da colheita para silagem depende do conhecimento do desenvolvimento da cultura do milho. Esse ponto deve conciliar o teor de matéria seca e de carboidratos solúveis da planta com a produção de matéria seca digestível por hectare (Ferreira 1990). O teor de matéria seca da planta do milho deve estar entre 30 e 35% no momento da colheita. Nessa faixa, o rendimento na colheita é maior e as perdas por lixiviação praticamente não existem. O teor de carboidratos solúveis deve estar acima de 8%, os quais constituem-se do substrato utilizado pelos microorganismos para a fermentação no silo, resultando na produção de ácidos que preservam o material ensilado.

A produção de matéria seca na cultura do milho é cumulativa até a com-

pleta formação dos grãos. Entretanto, como as outras gramíneas, sua taxa de digestibilidade decresce com o avanço do estágio de maturação da planta. Por conseguinte, enquanto a produção de matéria seca digestível estiver aumentando, o milho não deve ser colhido para silagem, a não ser naquele estágio em que houver conflito com os teores de matéria seca e carboidratos solúveis da planta.

A conciliação desses três parâmetros no "ponto" de ensilagem se verifica, na maioria das cultivares, quando os grãos apresentam-se na fase de farináceo/semiduro.

Tamanho da Partícula

Uma fermentação eficiente é de suma importância para a preservação dos nutrientes contidos na massa ensilada. Para obtê-la, devem ser proporcionadas condições propícias para a fermentação láctica, entre as quais a anaerobiose é uma das mais importantes. Para consegui-la, a compactação tem que ser bem feita, a qual é facilitada pela redução do tamanho de partícula da forragem. Para o milho no "ponto" de silagem, esse tamanho deve ser em torno de 1 cm. A contribuição da picação do milho em partículas com essa dimensão é mais no sentido de se conseguir uma boa compactação do que propriamente influir no consumo e digestibilidade da silagem.

Duração da Ensilagem

O principal objetivo da silagem é armazenar forrageiras colhidas no estágio de crescimento em que apresentam boa produção de matéria seca com alto valor nutritivo. O processo apresenta perdas de nutrientes evitáveis e inevitáveis. Para aumentar a eficiência da preservação do material ensilado, as perdas evitáveis devem ser reduzidas ao mínimo possível. Entre essas perdas, aquelas que ocorrem após a colocação do material no silo, podem ser diminuídas com rápida vedação do silo. Dessa forma, a promoção da anaerobiose na massa ensilada faz com que a respiração da planta cesse, evitando a elevação da temperatura, poupando nutrientes e dando condições de fermentação que resultarão em eficiente preservação da silagem. Por esse motivo, o tempo de ensilagem deve ser o menor possível.

Vedação do Silo

Após o enchimento do silo, deve-se vedá-lo, para impedir a penetração de ar ou água de chuvas ocasionais, o que resultaria no aumento das perdas superficiais. A vedação é feita com lona plástica acrescida de terra ou capim

picado. Com menor frequência, tem sido usada a colocação de terra diretamente sobre o material ensilado. Qualquer que seja o tipo de vedação, esta deve ser bem feita e, se necessário, o silo deve ser cercado, para evitar que animais circulem na área, causando rupturas na cobertura do silo.

Manejo do Silo após a Abertura

Após a abertura do silo, oxidações de substâncias e fermentações aeróbicas passam a ocorrer, assim que a silagem entra em contato com o ar. As substâncias oxidadas e as consumidas pela fermentação aeróbica, se poupadas, seriam utilizadas pelos bovinos para fins de manutenção e produção. Por esse motivo, o manejo do silo aberto deve ser tal que a taxa de ocorrência desses processos seja mínima. A recomendação mais importante do manejo do silo refere-se à largura da fatia removida diariamente. O corte diário de uma fatia de, no mínimo, 15 cm de espessura, tem sido recomendado, para que as alterações que ocorrem na face exposta da silagem tenham pouco significância, quando relacionadas ao total de silagem removida. É importante ressaltar que o tamanho de partícula e a compactação do material ensilado têm influência nas alterações que ocorrem na face do silo aberto. Picação grosseira e compactação deficiente resultam em corte irregular da fatia, permitindo maior penetração de ar na silagem exposta. Nessa situação, para maior eficiência de recuperação dos nutrientes preservados na silagem, recomenda-se aumentar a espessura da fatia removida diariamente. De qualquer forma, o corte das fatias deve ser o mais uniforme possível, visando reduzir as perdas de nutrientes pela exposição da superfície da silagem ao ar.

Uso de Silagem na Alimentação

A silagem de milho tem alto conteúdo energético. Contudo, seu teor de proteína bruta é baixo, sendo necessário um balanceamento de dietas de bovinos recebendo silagem de milho como volumoso.

Na Tabela 18 são apresentados os resultados de um trabalho (Souto & Dessaune Filho 1985) no qual é evidenciada a importância da suplementação da silagem de milho com fontes de nitrogênio, seja este de natureza protéica ou não protéica.

TABELA 18. Ganho de peso e consumo de silagem de milho por novilhas recebendo uréia e farelo de algodão como suplementos.

Tratamentos	Ganho de peso	Consumo de silagem	Consumo de fonte de nitrogênio
	----- (kg/cab/dia) -----		
Silagem de milho à vontade	0,127 c	15,07	
Silagem de milho à vontade + uréia	0,422 b	18,25	0,055
Silagem de milho à vontade + farelo de algodão	0,625 a	19,00	0,650

Como pode ser observado na Tabela 18, a complementação da silagem de milho com 55 g de uréia por novilha/dia resultou em ganho de peso 2,32 vezes superior àquele obtido pelas novilhas recebendo somente silagem. Esse aumento do ganho de peso pode ser atribuído em parte à maior eficiência de utilização da energia da silagem. Entretanto, o aumento do consumo de silagem, devido ao balanceamento da dieta, em termos de proteína bruta, foi o principal fator responsável pelo aumento do ganho de peso.

Em outros trabalhos (Nogueira 1981; Pizarro & Nogueira 1978), observou-se aumento do consumo de silagem e do ganho de peso quando novinhos foram suplementados com farelo de algodão.

Os resultados de pesquisa indicam que a adição de fonte de proteína natural ou de nitrogênio não protéico (uréia, cama de frango e outras) é imprescindível para se usar a silagem de milho com maior eficiência. Entretanto, para vacas em lactação, com limitado potencial de produtividade, o fornecimento da silagem de milho como volumoso exclusivo em dietas balanceadas resulta em energia excedente às exigências de manutenção e produção. Como consequência, as vacas ganham peso e freqüentemente acumulam gordura além do limite considerado normal, conforme observado por Ferreira (1982).

Nesse trabalho (Tabela 19), com vacas de produtividade leiteira limitada, o uso de dieta balanceada, que incluiu a silagem de milho como volumoso, resultou em alta ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, algumas vacas ganharam peso acima dos limites desejáveis. Acúmulo excessivo de gordura, além de ser anti-econômico, é prejudicial ao desempenho normal de vacas

em lactação. Portanto, quando os níveis de produtividade esperados não são altos, a silagem de milho não deve ser usada como volumoso exclusivo, mas concomitante com outros volumosos de valor nutritivo menor, como a cana-de-açúcar, capim-elefante e outros.

TABELA 19. Efeito de níveis de ração concentrada na produção de leite e ganho de peso de vacas recebendo silagem de milho como volumoso misturada com um concentrado protéico. Fazenda Experimental Santa Rita/EPAMIG. 1982.

Especificação	Ração Concentrada (kg/vaca/dia)		
	1	2	3
Nº de dias	84	84	84
Nº de vacas	8	8	8
Produção de leite (kg/vaca/dia)	10,16	9,76	10,45
Ganho de peso (kg/vaca/dia)	0,33	0,43	0,71
Consumo de matéria seca (kg/vaca/dia)	13,81	15,40	16,12

Para rebanhos leiteiros de alta produtividade e novilhos confinados na fase de acabamento, o uso de silagem de milho na alimentação tem uma grande importância. Entretanto, mesmo nesses rebanhos, certas categorias, como bezerras em crescimento, podem ter suas dietas limitadas quanto à participação de silagem de milho, para evitar ganho de peso acima do recomendado.

O alto consumo de dietas à base de silagem de milho por novilhos confinados é altamente positivo do ponto de vista de ganho de peso. Essa característica da silagem de milho confrontada com a da cana-de-açúcar é mostrada na Tabela 20.

Como pode ser observado na Tabela 20, os novilhos que receberam silagem de milho ganharam quase 48% mais peso do que aqueles que receberam cana-de-açúcar como volumoso. A principal explicação da superioridade da silagem de milho é o maior consumo da dieta que a contém, conforme dados mostrados na Tabela 21 e referentes aos resultados da Tabela 20.

TABELA 20. Ganhos de peso (kg/cab/dia) de novilhos confinados recebendo cana-de-açúcar ou silagem de milho combinadas com diferentes níveis de concentrado.

Volumoso ¹	80	65	50	Média
Concentrado	20	35	50	
Cana-de-açúcar	0,73	0,77	0,87	0,79
Silagem de milho	1,05	1,17	1,28	1,17
Média	0,89	0,97	1,07	

Fonte: Ferreira (1986)

¹ Proporções volumoso/concentrado expressas na base de matéria seca.

TABELA 21. Consumo de alimentos (kg de matéria seca/cabeça/dia) de novilhos confinados recebendo cana-de-açúcar ou silagem de milho combinadas com diferentes níveis de concentrados¹.

Volumoso ¹	80	65	50	Média
Concentrado	20	35	50	
Cana-de-açúcar	6,56	8,02	8,73	7,89
Silagem de milho	9,03	9,89	9,76	9,56
Média	7,97	8,95	9,24	

Fonte: Ferreira (1990)

¹ Proporções volumoso/concentrado expressas na base de matéria seca.

Os novilhos que receberam silagem de milho como volumoso consumiram 21% a mais de matéria seca em relação àqueles que receberam cana-de-açúcar. Isso contribuiu para o maior ganho de peso dos novilhos que receberam silagem de milho.

CONCLUSÕES

A silagem de milho é um volumoso de alto valor nutritivo. Sua produção e utilização devem ser feitas segundo as recomendações técnicas, com o objetivo de se obter maior retorno econômico do seu uso na alimentação de bovinos.

Cultivares com maior participação de grãos são mais indicadas para obtenção de silagem a ser fornecida a animais dos quais se esperam altas taxas de produtividade.

O momento da colheita do milho para silagem deve ser quando a planta apresenta de 30 a 35% de matéria seca, o que corresponde à consistência dos grãos na espiga de farináceo a semiduro, na maioria das cultivares.

O tamanho da partícula na picação deve ser em torno de 1 cm, para favorecer a compactação e a retirada da silagem após a abertura do silo.

O manejo do silo após sua abertura é importante na preservação da qualidade da silagem fornecida aos animais. A largura da faixa retirada diariamente deve ser no mínimo de 15 cm, ou maior, caso a compactação tenha sido deficiente e o tamanho de partícula acima do recomendado.

No uso da silagem de milho na alimentação dos bovinos, deve-se ter em mente que seu custo é maior que o de outros volumosos de valor nutritivo menor. Por esse motivo, deve-se procurar obter o máximo de eficiência na sua utilização, através do uso de cochos adequados, para se evitar perdas durante seu consumo pelos animais e balanceamento da dieta que inclui a silagem, para aumentar a eficiência de sua utilização. Para bovinos cujo desempenho esperado não é alto, limitar o uso da silagem de milho, combinando-a com volumosos de valor nutritivo mais baixo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERREIRA, J.J.; NOLLER, C.H. Níveis de ração concentrada para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19, Piracicaba, SP, 1982. **Anais**. Piracicaba, SP:SBZ, 1982.
- FERREIRA, J.J.; SALGADO, J.G.F.; MIRANDA, C. S. Cana-de-açúcar versus silagem de milho combinados com três níveis de concentrado para novilhos confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA, 23, Campo Grande, MS, 1986. **Anais**. Campo Grande, MS:SBZ, 1986.

- FERREIRA, J.J. Milho como forragem: eficiência a ser conquistada pelo Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n.164, p.44-45, 1990a.
- FERREIRA, J.J. Aspectos vegetativos da planta do milho e momento de colheita para silagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n.164, p.47-49, 1990b.
- FERREIRA, J.J. Importância da racionalização da ensilagem no custo de produção da silagem de milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n.164, p.50-52, 1990c.
- NOGUEIRA, P.P. Rolão de milho: alternativa na alimentação de bovinos. **Inf. Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n.78 p.23-26, 1981.
- PIZARRO, E.A.; NOGUEIRA, P.P. Silagem e rolão de milho na alimentação de bovinos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n.47, p.36-37, 1978.
- SOUTO, P.R.L.; DESSAUNE FILHO, N. **Alimentação de novilhos na época da seca**. Vitória:EMCAPA, 1985. 5p. (EMCAPA. Comunicado Técnico, 36)

SISTEMAS DE ENSILAGEM

Evandro Chartuni Mantovani¹

Serge Bertaux²

Os sistemas de produção de silagem utilizados nas propriedades agrícolas apresentam atividades bem semelhantes, diferindo apenas no tipo de ferramenta ou mão-de-obra utilizada. Na tentativa de organizá-los, para torná-los mais eficientes, este trabalho agrupou-os em três diferentes sistemas, descrevendo-os com as suas características e com algumas indicações para melhoria, no sentido de diminuir custos e aumentar a capacidade de trabalho dos equipamentos neles utilizados.

SISTEMA MANUAL

O corte é feito manualmente com facões ou foice e o material é transportado em carretas para as proximidades do silo, onde um picador acionado por motor estacionário (elétrico, diesel ou gasolina) ou ligado na tomada de potência do trator (TDP) processa o material e o arremessa dentro do silo, seguindo-se a compactação da forragem, através de homem ou animal.

Equipamentos Utilizados

- 1) Carretas ou carros de boi
- 2) Picador de forragem (movido por motor elétrico ou motores a diesel, gasolina ou TDP do trator)

Geralmente, os picadores utilizados nesse sistema são implementos leves (de 100 até 250 kg). O sistema de corte é comum para todos e composto de facas (até 8) e faca fixa.

As suas capacidades de corte podem variar em função de: velocidade de rotação das facas, potência disponível da fonte de energia e regulagens.

A capacidade de corte varia de 3 a 5 t/h, demandando uma potência de 7 a 12 HP (motores elétricos) ou 10 a 15 HP no caso de motores diesel ou a gasolina, numa faixa de rotação do eixo de 1.400 a 1.700 RPM.

¹ Eng.-Agr. Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, 35700 Sete Lagoas, MG.

² Consultor do Convênio EMBRAPA/CEEMAT. EMBRAPA/CNPMS, Caixa Postal 151, 35700 Sete Lagoas, MG.

Alguns fabricantes oferecem como opção um sistema regulador da alimentação (rolos) e uma saída de sentido regulável para o material cortado, a fim de facilitar o enchimento do silo.

A manutenção é simplificada e consiste apenas da afiação das facas.

Esse sistema apresenta a característica de ter baixo custo, por não envolver gastos excessivos com máquinas e equipamentos agrícolas. Além disso, deve-se ter o cuidado no balanceamento das atividades de distribuição da mão-de-obra, para não afetar a eficiência de todo o sistema. Ao se analisar a capacidade de picação da máquina, deve-se considerar dois componentes do sistema, para não afetar o rendimento da produção: corte e transporte até a boca do silo e o retorno ao campo. A quantidade de material necessária para alimentação da máquina de picação é importante, para conhecer a taxa de corte e o número de carretas ou carro de bois necessários para transportar o material cortado até a boca do silo, como também para saber se a localização do silo é adequada. O transporte de material até o silo e o retorno ao campo representa um tempo que terá de ser considerado, para saber se o sistema permite manter um rendimento de produção de silagem adequado. A localização do campo de corte em relação à boca do silo e a qualidade da estrada para transporte do material cortado poderão interferir de maneira bastante acentuada na eficiência da máquina de picação, devido às quebras excessivas das carretas ou às dificuldades de tráfego.

De acordo com o tamanho do campo de produção de milho e o tamanho do silo, toda a programação do sistema poderá ser feita com antecedência, calculando-se a capacidade da máquina de picar forragem, o número de carretas necessárias, a quantidade de mão-de-obra, a taxa de compactação e, conseqüentemente, o número de animais ou pessoas para compactar. Posteriormente, durante o processo de produção de silagem, o sistema é analisado, e, de acordo com a eficiência, começa-se a trabalhar nos pontos de estrangulamento. É interessante o aspecto de organização do sistema, pois este irá interferir tanto na qualidade da silagem quanto no custo de produção.

SISTEMA SEMIMECANIZADO

No sistema semimecanizado, o corte é feito manualmente e a picação na própria lavoura, por máquinas acopladas ao trator e movidas pela TDP ou por motores estacionários. A máquina apresenta as mesmas características de um equipamento que também colhe, com a diferença de que sua capacidade efetiva de trabalho (t/h) depende da frequência de alimentação do material

cortado, mostrando, com isso, uma alta dependência da organização do material que é cortado e amontoado.

Equipamentos utilizados

- 1) Máquina para picação da forragem;
- 2) Carretas para transporte do material cortado;
- 3) Compactador: trator ou animal.

Os picadores empregados nesse sistema se diferenciam dos utilizados no sistema manual por serem mais pesados (até 600 kg) e com capacidade efetiva de trabalho (t/h) maior.

A potência necessária varia em torno de 10 a 15 HP (motores elétricos) e de 10 a 20 HP (motores diesel ou a gasolina), para uma faixa de rotação do rotor de 2.000 a 3.000 RPM. Isso permite obter uma capacidade de corte de 5 a 8 t/h.

O tamanho do material picado pode ser regulado de acordo com o número de facas, a velocidade de rotação do rotor, a regulação dos rolos alimentadores e/ou pela combinação desses três fatores. A boca de saída de sentido regulável é agora oferecida em todos os equipamentos desse tipo.

SISTEMA MECANIZADO

Esse sistema, como o próprio nome diz, apresenta todas as suas fases, corte, picação, transporte, descarga no silo e compactação, feitas por máquinas. É de extrema importância que se faça o balanceamento das atividades, para que o sistema não tenha baixa eficiência. Em função do número de animais a serem alimentados, o tamanho do silo é projetado e, conseqüentemente, a área plantada será de acordo com a quantidade de material necessário para encher o silo. Uma vez definidos esses dois itens, torna-se importante conhecer os equipamentos necessários para trabalhar nesse sistema, de acordo com o cronograma pré-estabelecido.

Equipamentos utilizados

- 1) Colhedora de forragem;
- 2) Carretas e ou caminhões com descarga automática ou manual;
- 3) Compactadores: tratores.

1) Colhedora de forragem: é um equipamento que apresenta as seguintes funções: cortar, picar e arremessar o material para dentro de uma carreta acoplada à colhedora. Existem 2 versões desse equipamento:

a) automotriz: lançado em 1991 no mercado brasileiro, com possibilidade de colher até 3 linhas simultaneamente. Apresenta a vantagem de aumentar a capacidade efetiva de trabalho (t/h) e de trabalhar cortando a forragem com as 3 linhas, à frente do operador.

b) Acoplado lateralmente ao trator em sistema de engate de 3 pontos, movido através da TDP e requerendo tratores na faixa entre 60-80 HP para acionamento, com uma capacidade de trabalho variando de 15 a 30 t/h.

Essas duas versões de equipamentos são constituídas de plataforma de recolhimento, com faca e correia transportadora, rolos alimentadores e rotor cilíndrico com facas de aço. Além disso, apresentam agora dispositivo afiador de facas do rotor. O conjunto de transmissão é composto de uma caixa de transmissão, eixo cardan e suporte para fixação no trator. Para facilitar o acoplamento de carretas, um suporte para engate é disponível e, na maioria das vezes, acompanha uma roda para apoio da máquina, evitando sobrecarga no hidráulico e facilitando o controle da altura de corte.

2) Carretas: o número e a capacidade das carretas ou caminhões utilizados para atender ao transporte do material picado é estabelecido principalmente em função da quantidade de material cortado/hora a ser retirado do campo, ou seja, do volume de carga a ser transportado/hora. Esse fato é crucial para poder-se obter o máximo de rendimento da colhedora de forragem, ou seja, uma eficiência de campo de acordo com o esperado (50 a 75 %). Para mostrar a importância desse equipamento no sistema, pode-se fazer uma análise de como é fácil ter pontos de estrangulamento no fluxograma de operações, quando este item não é bem dimensionado: a eficiência da colhedora de forragem é definida em função do trabalho executado no campo, durante a colheita, e esse trabalho é considerado somente quando a máquina está realmente colhendo. As paradas, embuchamentos, viradas no final do campo, acoplamento e desacoplamento de carretas, abastecimento do trator, etc. são considerados como tempo perdido. Então, se a capacidade de transporte de carga (volume e quantidade de carretas) não é feita adequadamente, o equipamento de colheita poderá ficar parado por falta de carretas, durante o período de transporte até o silo e o retorno ao campo, comprometendo ainda mais a eficiência do sistema.

Uma outra característica que deverá ser observada na escolha do veículo de transporte é a possibilidade de descarga automática na boca do silo, evitando, com isso, mão-de-obra adicional, além do tratorista.

3) Compactação: é feita por tratores que trafegam de um lado para outro, exercendo uma pressão no material picado dentro do silo. Em muitos locais, é deixado um trator dentro do silo, que fica por conta dessa operação e que só sai quando termina o enchimento do mesmo. Para que essa operação tenha sucesso, é necessário ter controle sobre o tamanho de partículas do material picado e da altura de camadas submetidas à compactação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MIALHE, L.G. Manual de Mecanização Agrícola. São Paulo: Ed. Agronômica, 1974. 297p.

AGRICULTURAL MACHINERY MANAGEMENT - ASAE EP391, 1983-1984
Agricultural Engineers Yearbook of Standards, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, EUA, 1983. 853p.

HUNT, D. Farm Power and Machinery Management. Ames: Iowa State University, 1970. 292p.

ANÁLISE ECONÔMICA DA ENSILAGEM DE MILHO

José de Anchieta Monteiro¹

Jakeline França Dutra²

INTRODUÇÃO

A alimentação do gado bovino através de silagem vem se tornando uma prática cada vez mais freqüente, tanto para a produção de leite quanto para a engorda em confinamento. O milho é, talvez, a matéria-prima mais nobre nesse processo, pela alta qualidade do produto final obtido, que se transforma em maior ganho de produtividade de leite ou de carne.

A maior eficiência técnica, ou seja, a obtenção do produto final de melhor qualidade possível, nem sempre corresponde a uma maior eficiência econômica. A obtenção do lucro máximo depende dos custos envolvidos e dos ganhos obtidos, ambos em termos monetários. Este trabalho pretende apresentar para os produtores alguns critérios que possam orientá-los na sua tomada de decisão, tendo em vista que o objetivo do produtor é a obtenção do maior lucro possível. Ele contém, portanto, duas seções. Numa se faz uma abordagem teórica de análise econômica, de onde se procura extrair os critérios e, na outra, apresenta um exemplo de custo de produção de silagem de milho, para a região de Sete Lagoas, Minas Gerais.

São importantes algumas colocações sobre as limitações deste trabalho: a) existe grande carência de informações para uma análise econômica mais realista. Por isso, a abordagem sobre o trabalho é teórica, embora o exemplo do custo de produção seja real; b) cada fazenda possui características próprias, tornando-a, por isso mesmo, quase um exemplo único. É necessário, portanto,

¹Eng.-Agr., Doutor, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo(CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

²Administradora de Empresas, ex-estagiária do Programa de Economia Rural do CNPMS. Rua Fortaleza, 274. CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

adaptar as lições teóricas aos exemplos práticos de cada realidade particular; c) a instabilidade atual da economia brasileira torna os resultados válidos para o momento, porém não necessariamente para o futuro.

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Uma análise econômica da alimentação animal, mesmo a mais simples, deve combinar conhecimentos de Zootecnia com aqueles fornecidos pela Teoria Econômica. Alguns desses conhecimentos de Zootecnia são utilizados aqui como hipóteses do aparato teórico simples, que se pretende montar para avaliação sócio-econômica da silagem.

As hipóteses zootécnicas, portanto, são: a) o ganho em produtividade do rebanho é tanto maior quanto maior o consumo de volumoso; b) o consumo diário médio de volumoso está diretamente relacionado à qualidade do produto; c) o processo de silagem é uma forma de conservação de forragem para o período seco melhor do que o uso de "capineira"; d) a silagem de milho, em geral, é um produto de melhor qualidade do que outros concorrentes; e) o ganho em produção, carne ou leite, depende também do potencial genético do rebanho.

Sendo assim, pode-se formalizar a curva de resposta da produção ao emprego de diferentes tipos de alimentos volumosos (Figura 3). No eixo vertical, mede-se a produção diária por animal, em ganho de peso (kg/dia) ou produção de leite (l/dia). No eixo horizontal, mede-se a quantidade média consumida de alimento por animal/dia.

Uma das duas situações pode estar retratada na Figura 3. Em uma, imagine-se a existência de dois rebanhos com potencial genético diferente, alimentados com o mesmo volumoso. A curva A é a resposta do rebanho com menor potencial e a curva B, do de maior potencial, de forma que, por exemplo, se x_1 quilos por dia por cabeça são distribuídos ao final do período, o rebanho pior estaria com a produção em a_1 e o melhor em b_1 . A diferença $b_1 - a_1$ representa o ganho que a genética propiciou.

A outra situação considera o mesmo rebanho, portanto, com exatamente o mesmo potencial genético, alimentado por produtos diferentes, como, por exemplo, capineira, com respostas representadas pela curva A, e silagem, com a resposta obtida caracterizada pela curva B.

Cada ponto da curva B, como b_0 e b_1 , é a resposta no final do período ao emprego de silagem de uma qualidade determinada. Por exemplo, a silagem de capim tem digestibilidade tal que, em média, os animais consomem x_0 qui-

los por dia e isto proporciona uma produção igual a q_0 (a hipótese é que o volumoso é colocado para consumo à vontade dos animais).

Se, por outro lado, for oferecida ao animal uma silagem de melhor digestibilidade (milho, por exemplo) o consumo por animal passará a x_1 quilos por dia por cabeça e a produção seria agora de q_1 (quilos de carne ou litros de leite por animal por dia). Um raciocínio semelhante pode ser desenvolvido para os diferentes capins que podem ser dados aos animais, cujos resultados estão representados pela curva A.

O ganho a mais obtido pelo fazendeiro é medido por $q_1 - q_0$ multiplicado pelo preço do produto (carne ou leite). Sendo este constante e denominado por p , o ganho bruto é:

$$(q_1 - q_0)p. \quad (1)$$

Por hipótese bastante realista, o custo da silagem de milho é maior que o da silagem de capim. Se c_1 é o custo da silagem de milho e c_0 o da de capim, a diferença a mais de custo para produzir mais seria $c_1 x_1 - c_0 x_0$. Dessa forma, o ganho líquido (L) será:

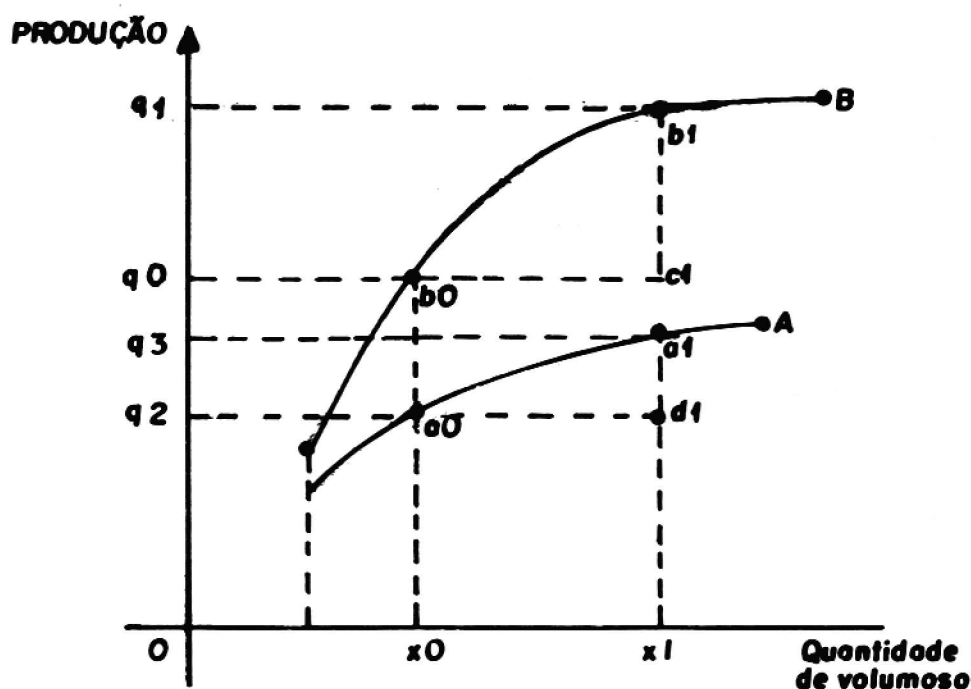


FIGURA 3. Curvas de resposta da produção bovina ao consumo de volumoso.

$$(q_1 - q_0) p - (c_1 x_1 - c_0 x_0) = L \quad (2)$$

Se L , o resultado líquido, for positivo, há vantagem em proporcionar ao rebanho a alimentação melhor: se for igual a zero, é indiferente utilizar um ou outro e se for negativo, será melhor utilizar o alimento mais barato. Alternativamente, a equação (2) pode tomar as seguintes formas, no caso de ser vantajoso dar melhor alimento ao rebanho:

$$(q_1 - q_0) p - (c_1 x_1 - c_0 x_0) > 0 \quad (3)$$

ou

$$(q_1 - q_0) p > c_1 x_1 - c_0 x_0 \quad (4)$$

Em resumo, o valor monetário do ganho adicional deve ser maior que o valor monetário do custo adicional, para que haja vantagem no uso da melhor alimentação. Três elementos são importantes nesta equação: $(q_1 - q_0)$, ou a diferença de produção diária por animal, que deve ser a maior possível, já que pequena diferença compromete o resultado; $(c_1 - c_0)$, a diferença de custo entre os alimentos, que se deve procurar fazê-la, se possível, a menor e $(x_1 - x_0)$, a diferença em consumo diário por animal. Assim, por exemplo, uma grande diferença $(x_1 - x_0)$ só deve ser viabilizada economicamente se $(q_1 - q_0)$ for relativamente grande e $(c_1 - c_0)$ relativamente pequena. Em outras palavras, a um grande aumento no consumo do volumoso deve corresponder um grande aumento em produção, com relativamente pequena adição de custo.

Na situação particular em que o produtor oferece a cada animal uma quantidade fixa de volumoso, a fórmula se transforma em:

$$(q_1 - q_0) p > (c_1 - c_0) x \quad (5)$$

A decisão do produtor entre oferecer apenas capineira (curva A, na Figura 3) e silagem (curva B) seria auxiliada pela comparação dos resultados líquidos nas duas situações.

$$(q_3 - q_2) p - (c_3 x_1 - c_2 x_0) = L_a \quad (6)$$

$$(q_1 - q_0) p - (c_1 x_1 - c_0 x_0) = L_b \quad (7)$$

Se $L_a > L_b$, a decisão é pelo uso da capineira, se $L_a = L_b$ é indiferente, se $L_a < L_b$, deve utilizar silagem.

UM EXEMPLO DE CUSTO DE PRODUÇÃO DE SILAGEM

A decisão do produtor envolve a escolha do tipo de silo a ser adotado, a forragem a ser ensilada e o processo da produção da silagem. Este último aspecto envolve detalhes que afetam de muito perto o custo final do produto. Nesta parte do trabalho, o principal objetivo é tecer considerações a respeito desse processo, avaliando a participação de cada etapa na formação do custo total da silagem.

As considerações começam com a estimativa do custo de produção da cultura de milho para silagem e, a seguir, incorpora os custos das operações de um processo de ensilagem semimecanizado, com a intenção de chamar a atenção para a importância da eficiência de cada uma dessas operações. É preciso alertar para o fato de que nenhum valor monetário é um indicador real do verdadeiro custo. Todos eles são estimativas sujeitas a restrições, que servem como referência, apesar da tentativa de se aproximar o máximo possível de uma situação real.

A Tabela 22 mostra os custos da cultura de milho até o ponto de corte, que seria o início do processo de ensilagem. Praticamente 74% desse custo é formado pelos insumos utilizados na lavoura. Os preços dos serviços utilizados, que compõem 26% do custo total, incluem amortização das máquinas utilizadas. Assim, nessa aproximação está somada uma parcela dos custos fixos. Com um sistema como esse, espera-se a produção de 30 a 40t de milho por hectare. Os itens que mais oneram os custos são fertilizantes, herbicidas, gradagem e aração, responsáveis diretos pela boa produtividade da cultura. Isso indica que maior eficiência nessa fase "cultural" do processo de silagem deve ser buscada com aumento de produtividade, mais do que com diminuição de custos totais.

Um estudo conjunto realizado na região de Sete Lagoas, Minas Gerais, pela EPAMIG, EMATER-MG e EMBRAPA/CNPMS, para avaliar a eficiência das operações de ensilagem e estimar custos de produção em diferentes sistemas, cujos dados ainda estão em processo de análise, fornece alguns resultados preliminares, obtidos em uma fazenda, sobre a participação de tarefas específicas do processo de ensilagem na formação do custo total (Tabela 23) de um sistema semimecanizado.

TABELA 22. Estimativa do custo de produção de 1 ha de milho para silagem. Sete Lagoas. Março de 1991¹.

Item	Unid.	Quant.	Preço (Cr\$)	Valor (Cr\$)	%
Semente	kg	20	240,00	4.800,00	7,76
Fertiliz. (5-20-20)	kg	200	50,00	10.000,00	16,17
Fert. Cobert. (uréia)	kg	100	84,00	8.400,00	13,58
Herbicida (Primextra)	l	6,0	2.824,60	16.947,60	27,40
Inset. p/trat.semente	l	0,4	13.585,80	5.434,32	8,78
Total Insumos	-	-	-	45.581,92	73,69
Aração	H.M	3,0	1.570,00	4.710,00	7,61
Gradagem	H.M	3,0	1.825,00	5.475,00	8,85
Plantio/adub.	H.M	1,0	2.060,00	2.060,00	3,33
Aplic. herb.	H.M	0,5	2.480,00	1.240,00	2,00
Aplic. Inset.	H.M	0,5	2.480,00	1.240,00	2,00
Adub. Cobert.	D.H	2,0	775,00	1.550,00	2,51
Total Serviços	-	-	-	16.275,00	26,31
Soma				61.856,92	100,00

Fonte: Estimado a partir de informações técnicas e científicas disponíveis no CNPMS (através de entrevista com pesquisadores).

¹Os preços dos insumos foram coletados em março de 1991 e dos serviços estimados por correção, a partir dos valores de dezembro de 1990.

TABELA 23. Participação percentual das principais tarefas na formação do custo total da silagem. Sete Lagoas (MG).

Operação	%
Corte	3,79
Amontoa	4,82
Picção	22,36
Transporte	12,20
Descarga	8,05
Distribuição	1,16
Compactação	8,18
Vedação	0,33
Lavoura	39,11

Fonte: CNPMS "Avaliação do Sistema de Produção de Silagem em Sete Lagoas" - Relatório Preliminar. s/d.

A produção de massa verde, ou seja, a lavoura, representa próximo de 40% do custo. Como mais onerosas destacaram-se a picação, transporte, descarga e compactação. Naturalmente que esses resultados são válidos apenas em uma situação particular e aqui servem como uma referência. O custo da tarefa transporte, por exemplo, depende da distância entre o campo onde está a lavoura e o local do silo.

Um exercício pode ser realizado a partir das informações das Tabelas 22 e 23, compondo um custo total de produção de silagem (Tabela 24) (novamente para uma situação particular). Os valores monetários são estimados tendo como origem o custo de produção do milho e são válidos para março de 1991.

TABELA 24. Custo estimado de produção de silagem de 1 ha de milho. Sete Lagoas, MG. Março 1991.

Operação	Custo (Cr\$)
Corte	5.994,32
Amontoa	7.623,38
Picação	35.364,89
Transporte	19.295,69
Descarga	12.731,99
Distribuição	1.834,67
Compactação	12.937,60
Vedação	521,93
Lavoura	61.856,92
Total	158.161,39

Um quilo de silagem, nesse caso, atinge Cr\$ 3,95 se a produção do campo atingir 40t e Cr\$ 5,27 se a produtividade baixar a 30t por hectare. Mais uma vez é importante salientar que os valores devem ser tomados como referência apenas, pois a sua estimativa real (e mesmo a ideal) é muito difícil e, além disso, extremamente variável de uma situação e outra. O cálculo é feito, ademais, tendo como base um hectare. É muito provável que hajam ganhos de escala substanciais com aumento de área cultivada, pelo menos até um certo ponto.

Resultados preliminares da pesquisa realizada (CNPMS s/d) revelaram que as operações em geral não são realizadas com a eficiência desejada. A eficiência é medida como a relação entre o tempo efetivamente trabalhado na realização de uma tarefa e o tempo total dedicado a ela. Por exemplo, foram

gastas 8 horas para realizar uma tarefa, tempo medido entre início e fim. Nesse tempo, porém, interrompeu-se várias vezes o trabalho para descanso e ajustes e quanto maior o tempo parado menor a eficiência. Se essas interrupções atingirem, por exemplo, 2 horas no total, a eficiência da operação será de 75%. Os profissionais de administração afirmam que uma boa eficiência deve estar em torno de 80%. São atingidas as seguintes taxas de eficiência para as operações: corte e amontoa, 83%; picação, 60%; transporte, 44%, distribuição e descarga, 73%.

Exatamente duas das tarefas mais caras no processo apresentam menores taxas de eficiência. O exercício seguinte trata da possível correção das taxas de eficiência dessas duas tarefas. Suponha-se ser possível que atinjam o mínimo de 75% de eficiência. O novo custo e a nova importância relativa de cada tarefa podem ser vistos na Tabela 25.

TABELA 25. Custo estimado por operação e participação relativa no processo de silagem de 1 ha de milho após correção de eficiência. Sete Lagoas, MG. 1991.

Operação	Custo (Cr\$)*	Participação (%)
Corte	5.994,32	4,23
Amontoa	7.623,38	5,38
Picação	28.291,91	19,97
Transporte	10.291,03	7,26
Descarga	12.392,47	8,75
Distribuição	1.785,75	1,26
Compactação	12.937,60	9,13
Vedação	521,93	0,37
Lavoura	61.856,92	43,65
Total	141.695,31	100,00

* Correção para eficiência de 75% na picação e no transporte.

A importância relativa das operações se altera por causa do aumento da eficiência. O custo total é, portanto, menor. Aumento de eficiência significa queda de custo. Se essa situação é a que prevalece, então cada quilo de silagem passa a custar Cr\$ 3,54 quando a produtividade atingir 40t por hectare, ou Cr\$ 4,72 caso permaneça mais baixa, em torno das 30t por hectare. Pode

parecer pequena uma economia de Cr\$ 0,41 por quilo. No entanto, ela atinge acima de Cr\$ 16.000,00 por ha, uma economia que vai se tornando substancial à medida que se aumenta a área plantada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise aqui conduzida salienta pontos importantes que devem merecer atenção do produtor agrícola que utiliza ou quer utilizar silagem na alimentação de seu rebanho.

As operações que vão do corte do material no campo até a vedação completa do silo representam um custo substancial na produção da silagem. No exemplo que foi discutido, elas respondem por cerca de 60% do custo total da silagem. Deve, pois, haver uma preocupação com a eficiência dessas operações.

Alguns dos fatores que podem afetar negativamente a eficiência dessas operações são os seguintes: a ocorrência de perdas ou desperdícios no processo; número inadequado e falta de habilidade das pessoas que vão executar as tarefas; interrupções desnecessárias, utilização de equipamento sem a devida conservação e revisão; mau uso dos equipamentos (provocando embuchamento, quebra, atolamento etc.) gasto de tempo excessivo em operações como engate e desengate de máquinas, carregamento e descarga demorados; más condições de tráfego nas vias que ligam o campo ao silo; a dispersão dos campos (muitos campos pequenos e separados ao invés de um apenas e maior) e, naturalmente, a distância do campo ao silo.

A eficiência pode ser aumentada se houver um bom plano de ação, realizado com antecedência, que engloba ações como: decisão correta sobre a localização do campo da lavoura em relação ao silo: deixar as máquinas e equipamentos preparados e revisados para que estejam em boas condições de uso; usar número adequado de pessoas em cada tarefa, de modo a não ocorrer deslocamento de pessoal entre uma tarefa e outra, às vezes afetando a eficiência das duas; controle das condições de tráfego entre o campo e silo, deve-se planejar a compactação, para que seja executada regular e continuamente; no caso do estudo realizado, o uso do trator foi o de custo mais elevado; planejamento, de início e fim dos trabalhos, dos horários e dos intervalos para descanso do pessoal de modo a não haver sobrecarga e nem perda de tempo, e, muito importante, a presença de um responsável competente ou de preferência do próprio proprietário da fazenda, durante a realização dos trabalhos.

A produção de massa verde, a lavoura, representou 40% do custo total da silagem. Uma queda no custo de produção da lavoura diminui o custo total e, por conseguinte, o custo de cada quilo da silagem. Uma outra alternativa

seria o aumento de produção de massa verde que, mesmo não representando queda no custo total, seguramente reduzirá o custo por quilo da silagem. Contudo, atenção especial deve ser dada ao produto em si, tendo em vista o resultado final em termos de qualidade do alimento produzido.

Embora não se disponha de estudos específicos, acredita-se na possibilidade de haver economias de escala na produção de silagem; isto possibilita obter silagem a custo mais baixo, à medida que se aumenta a quantidade a ser produzida, satisfazendo todos os requisitos de eficiência. Por exemplo, espera-se que produzir 50t de silagem seja realmente mais caro do que produzir 100t ou 200t. Naturalmente, quando se aumenta muito a produção essa vantagem tende a desaparecer.

A tecnologia de produção da silagem é ponto extremamente importante. A técnica de produção de massa verde afeta a produção total, aumentando a eficiência das operações que seguem de imediato e afeta também a qualidade do produto. Um campo pobre em nutrientes e mal cuidado produzirá um produto inferior como alimento. A técnica de enchimento, compactação e vedação é essencial para a obtenção de boa qualidade.

A produção de silagem merece do fazendeiro um plano especial, desde a decisão do que e onde plantar até a sua operação final. Por ser um processo que envolve muitas operações, principalmente entre o corte e a vedação, muitos podem se sentir desestimulados a realizá-lo, exatamente por falta de um bom planejamento.

A silagem, no seu aspecto econômico, carece de mais estudos para que se possa fazer recomendações mais precisas. Pela complexidade do processo, as situações possíveis também são muitas e é difícil falar em termos gerais. Procurou-se nesse trabalho apenas alertar para os pontos mais importantes que podem estrangular a realização do processo.

Finalmente, com os poucos dados disponíveis pode-se realizar um pequeno exercício. Ferreira et al. (1988) apresentam resultados de um experimento em engorda de novilhas onde se verifica que utilizando silagem de capim elefante o consumo por animal por dia é 17 kg; com silagem de 2/3 de capim elefante e 1/3 de milho, o consumo é de 22 kg por animal por dia; com 2/3 de milho e 1/3 de capim elefante, o consumo médio é de 23 kg por dia e se a silagem é só de milho, o consumo por dia é de 22 kg por animal. O ganho de peso por novilhas nessa mesma ordem é de 257 g; 638 g; 928 g e 940 g por dia e por animal. Tomando-se um custo médio por kg de silagem de milho de Cr\$ 4,60 (médias dos valores estimados na seção anterior) e adicionando-se 20% para cobrir custos fixos e custo de distribuição, tem-se que 1 kg de silagem no cocho pode estar custando Cr\$ 5,52. As informações de rádio e jornal dão conta de que a arroba de boi gordo está valendo próximo de Cr\$ 4.800,00, o que

significa Cr\$ 0,16 por g de peso vivo ganho.

Quem utilizar uma silagem de milho nessas condições estará ganhando $940 (0,16) - 22 (5,52) = 28,96$ cruzeiros por cabeça por dia; se os demais fatores permanecerem imutáveis, em 120 dias cada animal renderá em termos líquidos (receita-alimentação) Cr\$ 3.470,00.

Não se sabendo o custo da produção da silagem de capim e da silagem mista, pode-se pesquisar o custo máximo de cada produto para que ofereça pelo menos o mesmo lucro líquido que a silagem de milho. Assim, para silagem de capim: $257 (0,16) - 17 (x) = 28,96$ e $x = 0,72$.

Isso quer dizer que a silagem de capim só será competitiva com a de milho se seu custo de produção for igual ou inferior a Cr\$ 0,72 por kg, um resultado muito difícil de se alcançar. As silagens mistas poderão ser competitivas se custarem Cr\$ 3,32 por kg (mistura 1/3 milho e 2/3 capim) e Cr\$ 5,20 por kg (mistura de 1/3 capim e 2/3 milho). Confirma-se, assim, com este exercício, a vantagem da silagem do milho dada como volumoso aos bovinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Avaliação do Sistema de Produção de Silagem na Região de Sete Lagoas, MG.** Pesquisa realizada por EMBRAPA/CNPMS/EPAMIG/EMATER - MG - Relatório Preliminar não publicado, s/d.

FERREIRA, J.J. et al. Efeito da associação de Capim-elefante (*Penisetum purpureum*, Schum) C.V. cameron e milho na qualidade de silagem e desempenho de novilhas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. , 1988.

HENDERSON, T.M.; QUANDT. R.E. **Teoria Microeconômica. Uma Abordagem Matemática.** São Paulo: Pioneira, 1976. 409 p.

LEFTWICH, R.H. **O sistema de preços e a alocação de recursos.** São Paulo: Pioneira, 1971. 399 p.

